Manuel de référence du solveur CESAR version 5.0

IFSTTAR

Référence : VS50_MR2012-v1.doc
version du solveur : sources I43

Rédaction : LCPC

Notes relatives à la présente édition :
2e édition, août 2007 : retour de corrections après traduction en langue anglaise,
et compléments du chapitre 5.
3e édition, février 2012 : mise à jour version 5.

version v08 (22 novembre 2012) : introduction de
- option PAR (utilisation d'un solveur externe parallèle)
- option WTB (modélisation des mouvements de la nappe)
- modèle de van Genuchten (IMOD=43/44 pour NSAT : familles 21 et 22)
- modèles de comportement non linéaires pour les barres (familles 07 et 08)
- option PRC pour MCNL (modélisation de la précontrainte dans les barres)
- option ACT pour MCNL (activation progressive des groupes d'éléments)
- options FSC et FSR pour MCNL (facteurs de sécurité sur les chargements ou sur les résistances)
- option GAU / HPE (module MCNL) : post-traitements spécifiques.
- option SFC (module MCNL) : sortie d'un paramètre en fonction du chargement.
- option REA (module MCNL): calcul de réactions nodales.
- option EXC (module CHAR): procédé de calcul des forces d'excavation alternatif à LAM.

v09 (février 2013) : module EXPO : sortie maillage et résultats au format GMSH (PhL)
v10 (février 2013) : stockage dans le fichier .rsv4 des déformations pour un calcul DYNI (PhL)
sourcesI43 : 24 avril 2013
- modification de l'option WTB pour les calculs 3D
- introduction de IMOD=4 pour la famille 06
sourcesI45 : 17 mai 2013
- complément : TEXO supporte MUL

Licence d'utilisation :
Le progiciel CESAR-LCPC ne peut être employé que dans le cadre d'une licence d'utilisation octroyée par le LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) ou par la société ITECH (Informatique et Technologie), distributeur exclusif de CESAR-LCPC. L'octroi de cette licence ne constitue pas une vente du Progiciel qui reste la propriété exclusive du LCPC.

Copyright : LCPC 1986 – 2012

Table des matières

Table des matières 1

1 - Introduction 5

1.1 - Objectifs et environnement du solveur CESAR 5
1.2 - Contenu et utilisation du présent document 5
1.3 - Organisation des données 6
1.4 - Notations 9

2 - Données utilitaires 15

Liste des modules utilitaires 15
TEST / EXEC 16
Module ILIG 17
Module COMT 18
Module IMPR 19
Module DDBG 22
Module FDBG 23
Module GEFI 25
Module STOP 26

3 - Données du modèle 27

Liste des modules de définition du modèle 27
Module COOR 28
Module ELEM 29
Module COND 113
Module CHAR 121

4 - Données du calcul 161

Liste des modules de calcul 161
Module AXIF 163
Module CSLI 165
Module DTLI 167
Module DTNL 169
Module DYNI 171
Module FLAM 173
Module LIGC 175
Module LINC 176
Module LINE 177
Module LINH 178

Module MCNL 179
Module MEXO 183
Module MODE 185
Module MPLI 187
Module MPNL 189
Module NAPP 191
Module NSAT 194
Module SSTR 196
Module SUMO 198
Module SURF 201
Module TACT 202
Module TCNL 204
Module TEXO 206

5 - Données des options de calcul 209

Option ACT 212
Option AMO 213
Option ARC 214
Option CFT 215
Option CMA 217
Option CR1 218
Option CR2 219
Option CRG 220
Option DPL 221
Option DTO 222
Option EFN 223
Option ENL 224
Option FSC 225
Option FSR 226
Option GAU 227
Option HPE 228
Option INA 229
Option INC 230
Option INH 231
Option INI 233
Option INP 237
Option INT 239
Option INU 240
Option LIM 241
Option MUL 243
Option NDP 244
Option PAR 245
Option PCD 246
Option PRC 247
Option PTX 248
Option QAB 250
Option REA 251
Option SFC 252
Option SRE 253

Option STK 254
Option STP 256
Option STT 257
Option STU 258
Option SUI 259
Option TXO 260

1 - Introduction

1.1 - Objectifs et environnement du solveur CESAR

Le solveur **CESAR** fait partie du progiciel **CESAR-LCPC** qui comporte également l'interface graphique **CLEO** (pré- et post-processeur CLEO2D et CLEO3D) et des programmes utilitaires. Tous ces programmes communiquent entre eux par l'intermédiaire d'une base de données.
CESAR est un code de calcul très général fondé sur la méthode des éléments finis. Il permet de modéliser un grand nombre de problèmes du génie civil (calcul par phases de construction, hydrogéologie, thermique, mécanique des sols et des roches, calcul de structures, etc). Pour fonctionner il utilise les fichiers de la base de données , et en particulier le ***fichier jeu de données***, que le présent Manuel de référence a pour but de décrire.
La préparation du maillage (création du ***fichier de maillage***) est assurée par les options de pré-traitement de **CLEO** qui peut également réaliser le fichier jeu de données déjà cité ci-dessus. L'utilisateur veillera à bien distinguer ce dernier fichier (qui est formaté, donc lisible à l'aide d'un éditeur de texte), du fichier de maillage (écrit en binaire pour des questions de précision et de gain d'espace disque).
L'interprétation des résultats et la réalisation de documents graphiques sont assurées par les options de post-traitement de l'interface graphique **CLEO**, à partir de la base de données alimentée par **CESAR** (utilisation en particulier du ***fichier de résultats***).

1.2 - Contenu et utilisation du présent document

1.2.1 Contenu

Ce manuel décrit dans le détail les données à fournir à chacun des modules du solveur **CESAR**. À ce titre, il est bien le manuel de référence pour la constitution des jeux de données.

L'organisation de ce manuel est calquée sur celle des données organisées en modules et options (comme précisé au paragraphe 1.3) :

partie 1 : Introduction (présente partie).
partie 2 : Description des données des modules utilitaires.
partie 3 : Description des données des modules de définition du modèle.
partie 4 : Description des données des modules de calcul.
partie 5 : Description des données des options des modules de calcul.

Les parties 2, 3 et 4 sont composées d'autant de chapitres qu'il y a de modules dans le solveur. La partie 5 est composée d'autant de chapitres qu'il y a d'options dans les modules de calcul. Le regroupement des options en fin de manuel évite les répétitions car la plupart des options sont communes à plusieurs modules de calcul.

1.2.2 Utilisation

Un parcours rapide de cette annexe peut constituer une bonne introduction à l'utilisation du solveur lui-même. Il permettra à l'utilisateur débutant de se familiariser avec la logique qui sous-tend la gestion des données d'un calcul et le fonctionnement général du solveur : tel mot-clé déclenche telle fonction.

Un utilisateur averti se servira de cette annexe :

pour modifier ou compléter rapidement sous éditeur de texte un jeu de données créé par les options de pré-traitement de **CLEO**, en vue par exemple de l'étude de variantes;

pour préparer les données d'un module d'exécution lorsque celles-ci sont en grand nombre et jugées fastidieuses à générer avec **CLEO** (par exemple: description des variations dans le temps des chargements extérieurs pour les modules transitoires);

pour s'assurer, en fonction du numéro de version du solveur **CESAR** dont il dispose, de la possibilité de résolution de son problème.

1.2.3 Respect des indications

Si l'utilisateur génère ou modifie un jeu de données à l'aide d'un éditeur de textes, il doit scrupuleusement respecter les indications fournies dans cette annexe, à savoir :

l'ordre et la hiérarchie des données;

le format indiqué en face de chaque donnée;

les conventions de mise en données.

1.3 - Organisation des données

Le solveur CESAR est constitué d'un assemblage de modules correspondant à des fonctions bien déterminées. Chaque module est caractérisé par un mot-clé de quatre lettres rappelant la fonction qu'il remplit (exemple : **CHAR** = module permettant de définir les chargements imposés).

Comme indiqué dans un paragraphe précédent, il existe trois catégories de modules :

a) les modules utilitaires

Ils permettent de réaliser des opérations utilitaires :

Exemples :

COMT : Impression de commentaires dans la liste des résultats.

b) les modules de définition du modèle

Ils permettent de définir le modèle considéré.

Exemples :

COOR : Module de définition des coordonnées des nœuds.
ELEM : Module de définition des éléments considérés dans le modèle.
COND : Module de définition des conditions aux limites sur l'inconnue principale.

c) les modules de calcul

Ils permettent l'exécution du calcul proprement dit, et ainsi la résolution d'un problème déterminé, en utilisant les informations collectées par les modules de définition du modèle.

Exemples :

LINE : Module de résolution d'un problème linéaire.
MCNL : Module de résolution d'un problème de mécanique en comportement non linéaire.
SUMO : Module de recherche de la réponse à une sollicitation dynamique par superposition modale.

L'utilisateur contrôle l'exécution séquentielle de ces différents modules à l'aide de son jeu de données. A l'image du solveur, ce jeu de données sera constitué d'un certain nombre de sous-ensembles contenant les informations nécessaires à l'exécution d'un module déterminé. On y trouvera ainsi successivement :

un mot-clé définissant le module à exécuter.

des données nécessaires à l'exécution du module considéré.

Les données d'un module peuvent être structurées en options, caractérisées par un mot-clé de trois lettres. L'utilisation et le fonctionnement de ces options sont analogues à ceux des modules (un mot-clé, suivi des données relatives à l'option).

L’exemple fourni page suivante est une schématisation de l’organisation générale des données.

Exemple :

Module utilitaire : **EXEC**
Modules de définition du modèle :

COOR

Sous-ensemble 1
(données du module COOR)

ELEM

Sous-ensemble 2
(données du module ELEM)

COND

Sous-ensemble 3
(données du module COND)

NUL

données de l'option NUL

CHAR

Sous-ensemble 4
(données du module CHAR)

PUR

données de l'option PUR

SIG

données de l'option SIG

Module de calcul : **MCNL**

Sous-ensemble 5
(données du module MCNL)

INI

données de l'option INI

STK

données de l'option STK

1.4 - Notations

1.4.1 Les ordres

On désigne par « ordre » soit la donnée de variables numériques, soit la vérification d'une condition « Si... ».

Pour l'identifier par rapport au reste du texte, chaque ordre est précédé d'un « repère » qui peut être : *, **, ***, etc.

1.4.2 Hiérarchie des repères

Il arrive que des ordres ne soient à prendre en compte que sous certaines conditions. Les différents repères précisent alors le niveau de conditions de chaque ordre en suivant la hiérarchie suivante :

*	ordre obligatoire (soumis à aucune condition);
**	ordre soumis à une condition;
***	ordre soumis à deux conditions;
|	etc.
|	

Pour illustrer ce propos, voici un extrait des données du module **ELEM** :

Extrait des données du module **ELEM**

```
* Si IMOD = 1 :

** RO, YOUNG, POISS                                              (d)

        RO     : Masse volumique.
        YOUNG  : Module d'Young.
        POISS  : Coefficient de Poisson.


** Si INAT = 3 (Contrainte plane) :

*** EP                                                           (d)

        EP     : Epaisseur de la structure.
```

Les ordres de même niveau de conditions sont affectés du même repère.
Ainsi, la valeur de EP n'est à fournir que si : 1) IMOD a été donné égal à 1 ;
2) INAT a été donné égal à 3.

1.4.3 Les données

Comme indiqué au paragraphe 1.3, il existe deux types de données :

- les mots-clés correspondant aux noms de modules ou aux noms d'options;
- les données nécessaires à l'exécution de ces modules ou de ces options.

Les mots-clés correspondant aux noms de modules ou aux noms d'options doivent obligatoirement figurer dans le fichier « jeu de données » sous forme de variables caractères, codés en majuscules à partir de la colonne 1. Ils sont repérés dans le mode d'emploi par l'indication :

(mot-clé).

Les données nécessaires à l'exécution des modules ou des options peuvent se trouver dans différents fichiers. Dans le mode d'emploi de CESAR, la citation de ces données est suivie de l'une des quatre indications suivantes :

a) données suivies de l'indication : (d)

Ces données doivent obligatoirement se trouver dans le fichier « jeu de données ». Toutes ces données sont en format libre, à l'exception des noms de fichiers qui doivent être écrits à partir de la colonne 1. Si une ligne doit comporter plusieurs données, celles-ci seront séparées soit par un blanc (caractère d'espacement), soit par une virgule.

b) données suivies de l'indication : (f)
et présentées sur fond bleu ciel

Ces données doivent obligatoirement se trouver dans un fichier de données annexe et écrites en binaire.
Seul le nom de ce fichier figure dans le « jeu de données ».

c) données suivies de l'indication : (d si MIF = 0 ;
f si MIF = 1)

Selon la valeur d'un indicateur de fichier fourni au préalable (noté ici MIF), ces données peuvent être fournies en format libre dans le fichier « jeu de données » (dans ce cas, MIF = 0), ou en binaire dans un fichier dont l'utilisateur fournit le nom dans la suite du « jeu de données ».

d) données suivies de l'indication : (d si MIF = 0 ;
m si MIF = 1)

Si MIF = 0 , l'utilisateur se trouve dans la situation décrite en b) : il fournira la liste des données concernées en format libre dans le fichier « jeu de données ».
Si MIF = 1, cela signifie que les données concernées se trouvent sur le fichier de maillage et qu'elles ont donc été générées à l'aide des options de pré-traitement de **CLEO**. Ce fichier étant ouvert automatiquement par le code de calcul **CESAR**, il n'a pas à être déclaré par l'utilisateur.

Pour résumer les indications données dans ce paragraphe, on se rappellera que :

d	désigne le	**fichier « jeu de données »**
m	désigne le	**fichier de maillage**
f	désigne un	**fichier binaire**

1.4.4 Entrée des données

Pour présenter l'entrée des données, prenons comme exemple le module **COOR**. Considérons l'extrait suivant du paragraphe présentant les données à fournir pour l'exécution de ce module :

Extrait du module **COOR :**

Module COOR

Définition des coordonnées des nœuds.
(COORdonnées)

EXPLICATIONS

Ce module permet de définir les coordonnées des nœuds du maillage. L'ordre d'introduction de ces données est lié de façon naturelle à la numérotation des nœuds du maillage. Ainsi **COOR** fait connaître au solveur **CESAR** la numérotation des nœuds dans la mesure où le numéro d'un nœud est le rang que ce nœud occupe dans le tableau des coordonnées.

DONNÉES DU MODULE COOR

1 - Ligne d'en tête

* COOR (mot-clé)

* M, M1 (d)

M : Indice d'impression;
= 0 Aucune impression;
= 1 Impression des paramètres :
- nombre de nœuds du maillage,
- dimension du problème;
= 2 Impression de M = 1, plus :
- coordonnées des nœuds.

M1 : Indicateur du fichier sur lequel sont lues les coordonnées des nœuds;
= 0 Si lecture dans le jeu de données;
= 1 Si lecture dans le fichier de maillage (en général créé par les options de pré-traitement de **CLEO**).

2 - Lecture des coordonnées des nœuds

* NNT , NDIM (d si M1 = 0 ;)
(m si M1 = 1 .)

NNT : Nombre de nœuds total du maillage.
NDIM : Dimension du problème;
= 2 Modélisation bidimensionnelle;
= 3 Modélisation tridimensionnelle.

* ((VCORG(I,J), I= 1,NDIM), J= 1,NNT) (d si M1 = 0 ;)
(m si M1 = 1 .)

VCORG : Tableau indiquant les coordonnées de tous les nœuds.

Exemple 1.1 :

* NNT, NDIM (d si M1 = 0 ; m si M1 = 1 .)

Cette ligne indique qu'il faut fournir les deux variables numériques NNT et NDIM :

NNT : Nombre de nœuds du maillage.
NDIM : Dimension du problème.

Exemple 1.2 :

* ((VCORG(I,J), I=1, NDIM), J=1, NNT) (d si M1 = 0 ; m si M1 = 1 .)

Cette ligne indique qu'il faut fournir les coordonnées de chaque nœud. La notation utilisée ici s'inspire du langage FORTRAN : elle indique que les composantes de la matrice des coordonnées des nœuds (dimension NDIM * NNT) doivent être définies selon l'ordre suivant :

Exemple avec : NDIM = 2, NNT = 3

VCORG (1, 1) : Coordonnée suivant X du nœud 1
VCORG (2, 1) : Y 1

VCORG (1, 2) : Coordonnée suivant X du nœud 2
VCORG (2, 2) : Y 2

VCORG (1, 3) : Coordonnée suivant X du nœud 2
VCORG (2, 3) : Y 2

Le maillage utilisé pour illustrer cet exemple comporte 2 éléments de poutre plans.

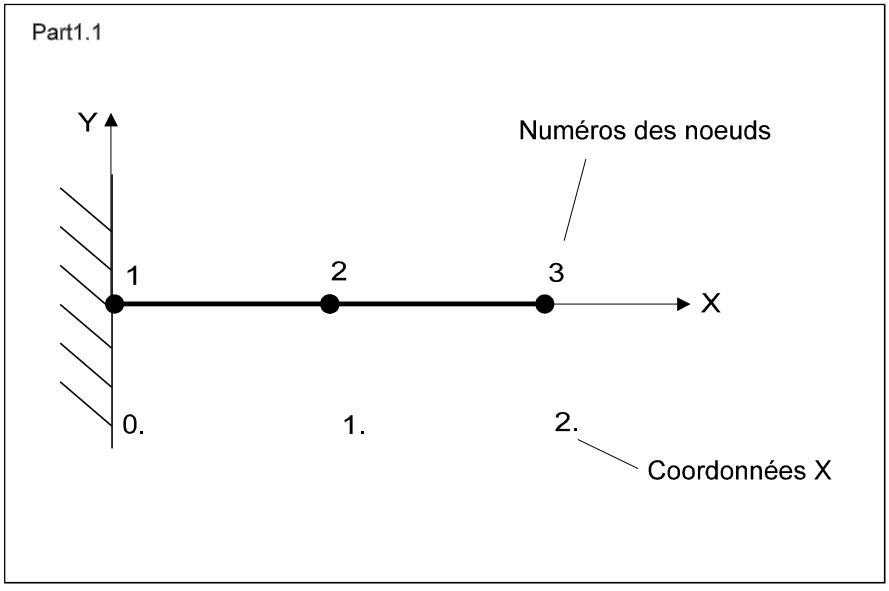


Figure 1.1

Les données permettant l'exécution du module **COOR** peuvent être ainsi dans cet exemple :

```
COOR                    Mot-clé définissant le module à exécuter.
2, 0                    Valeur des données M et M1.
3, 2                    Valeur des données NNT et NDIM.
0., 0., 1., 0., 2., 0.  Valeurs de VCORG (coordonnées des nœuds).
```

Remarques concernant la donnée M1 :

• L'exemple de la figure 1.1 est traité ci-dessus avec la donnée M1 mise à 0. S'il est donné à M1 la valeur particulière 1, les données du module COOR sont alors les suivantes :

```
COOR
2,  1
```

Dans ce cas, les variables NNT, NDIM et la matrice des coordonnées sont lues sur le fichier de maillage.

• Une donnée M1 est également définie dans le module ELEM : elle doit avoir la même valeur que dans le module COOR.

Remarques concernant les séparateurs :

• Séparateur décimal :
Le langage de programmation utilisé par le progiciel **CESAR-LCPC** impose le point (.) comme séparateur décimal des nombres réels (convention anglo-saxonne). Cette convention est aussi utilisée dans la documentation d'utilisation.

• Séparateur entre nombres :
Le séparateur virgule (,) est utilisé entre les différentes données pour éviter toute ambiguïté de lecture. Le format libre utilisé en lecture par solveur **CESAR** admet également un (ou plusieurs) séparateur(s) blanc(s).

1.4.5 Compatibilité ascendante des données

À quelques exceptions près, la structure des données respecte la compatibilité ascendante des données entre les anciennes versions 3.x et les versions 4.x du solveur **CESAR**.

La compatibilité ascendante est respectée entre les versions 4.x et la version 5.0.

2 - Données utilitaires

Liste des modules utilitaires

Tableau 2.1 - Module utilitaire obligatoire

Nom	Fonction
TEST / **EXEC**	Choix du mode de passage du solveur CESAR.

Tableau 2.2 – Modules facultatifs d'utilisation courante

Nom	Fonction
ILIG	Impression des lignes du jeu de données dans le fichier de listage des résultats.
COMT	Impression de commentaires dans le fichier de listage des résultats.
IMPR	Définition des impressions souhaitées dans le fichier de listage des résultats.

Tableau 2.3 – Modules facultatifs d'utilisation particulière

Nom	Fonction
DDBG	Pilotage d'impressions complémentaires et d'initialisations spécifiques pour débogage.
EXPO	Impression du maillage et des résultats au format GMSH.
FDBG	Arrêt des impressions complémentaires et des initialitations spécifiques pour débogage.
GEFI	Gestion ou contrôle du fichier de résultats.
STOP	Arrêt du déroulement de l'exécution du solveur CESAR.

Dans la suite de ce chapitre, les données des modules utilitaires sont décrites en suivant leur ordre d'affichage dans les tableaux ci-dessus.

TEST / EXEC

Choix du mode de passage du solveur CESAR.

EXPLICATIONS

La première ligne du jeu de données du solveur **CESAR** doit obligatoirement contenir l'un des deux mots-clés **TEST** ou **EXEC**.

La présence du mot-clé **TEST** permet de n'effectuer qu'une vérification de la cohérence des données (passage en mode « test »).

La présence du mot-clé **EXEC** permet l'exécution effective du calcul demandé (passage en mode « exécution »).

LIGNE DE DONNÉES

```
* Si passage en mode "test" :

** TEST                                                    (mot-clé)


* Si passage en mode "exécution" :

** EXEC                                                    (mot-clé)
```

Fin des données relatives au mode de passage du solveur CESAR.

SUITE DU JEU DE DONNÉES DU SOLVEUR CESAR

Le jeu de données du solveur CESAR doit ensuite contenir les données relatives aux modules de définition du modèle retenus pour le présent calcul, en respectant l'ordre du tableau 3.I. Les données de ces modules sont décrites dans la 3^{e} partie du présent manuel.

Pour finir, le jeu de données du solveur CESAR doit contenir les données du module de calcul retenu. La liste complète des modules de calcul disponibles ainsi que la description des données correspondantes sont fournies dans la 4^{e} partie du présent manuel.

Les autres modules utilitaires décrits dans la suite de la présente partie peuvent s’intercaller entre les données des modules de définition du modèle et avant les données du module de calcul.

Module ILIG

Impression des lignes du jeu de données dans le fichier de listage des résultats. (Impression LIGnes)

EXPLICATIONS

Ce module utilitaire assure l'impression de l'ensemble des lignes du jeu de données fournies par l'utilisateur, sur le fichier de listage des résultats du solveur CESAR (« listing » : etude_calcul.list).

L'emploi du module utilitaire ILIG est facultatif, mais en cas d'utilisation les données correspondantes doivent obligatoirement se trouver derrière le mot-clé TEST / EXEC.

DONNÉES DU MODULE ILIG

```
* ILIG                                                    (mot-clé)
```

Fin des données du module ILIG.

Module COMT

Impression de commentaires dans le fichier de listage des résultats. (COMmenTaires)

EXPLICATIONS

Ce module utilitaire permet d'insérer des commentaires dans le fichier de listage des résultats (« listing » : etude_calcul.list) créé lors de l'exécution du solveur **CESAR**. Ces commentaires suivront les impressions générées par les modules précédents.

L'emploi de ce module est facultatif et COMT peut être exécuté à tout moment : il suffit d'introduire ses données avant ou après les données de n'importe quel autre module.

DONNÉES DU MODULE COMT

```
* COMT                                                    (mot-clé)
```

```
* Un ensemble de lignes de commentaires se terminant par une seule
ligne blanche.
```

Fin des données du module COMT.

Module IMPR

Définition des impressions souhaitées dans le fichier de listage des résultats. (IMPRession)

EXPLICATIONS

L'emploi du module utilitaire IMPR est facultatif, mais en cas d'utilisation les données correspondantes doivent obligatoirement se trouver avant les données du module de calcul.

DONNÉES DU MODULE IMPR

```
* IMPR                                                    (mot-clé)

* IIP, IRC                                                      (d)
     IIP    : Indicateur d'impression de la valeur des inconnues
              principales ;
              = 0 Aucune impression de la valeur des inconnues
                  principales.
              = 1 Impression partielle.
              = 2 Impression en tous les noeuds.
     IRC    : Indicateur d'impression des résultats complémentaires ;
              = 0 Aucune impression.
              = 1 Impression partielle.
              = 2 Impression pour tous les éléments.
```

```
* Si IIP = 1, donnée de :

**A)

*** IGENP                                                          (d)

     IGENP  : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour
              la génération des numéros de noeuds pour lesquels on
              veut avoir impression des inconnues principales ;
              =  1 Les numéros sont définis par pas de progression.
                   Donnée de ID, IF, IPAS avec :
                   ID   : Premier numéro à générer.
                   IF   : Dernier numéro à générer.
                   IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
              =  2 Les numéros sont définis par la liste de noeuds.
                   Donnée de NN,(NUM(I), I=1, NN) avec :
                   NN   : Nombre de numéros de noeuds à définir.
                   NUM  : Liste de ces NN numéros.
              =  3 Les numéros sont définis par groupe d'éléments.
                   Donnée de NG, NUG(I),I = 1,NG) avec :
                   NG   : Nombre de numéros de groupe d'éléments.
                   NUG  : Liste de ces NG muméros.


*** Si IGENP = 1, donnée de :

**** ID, IF, IPAS                                                  (d)


*** Si IGENP = 2, donnée de :

**** NN, (NUM(I), I=1,NN)                                          (d)


*** Si IGENP = 3, donnée de :

**** NG, (NUG(I), I = 1,NG)                                        (d)


** Retour en A), si l'on veut générer d'autres numéros de noeuds.


** Sinon, terminer la séquence par 0.
```

```
* Si IRC = 1, donnée de :

**B)

*** IGENC                                                          (d)
     IGENC  : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour
              la génération des numéros d'éléments pour lesquels on
              veut avoir impression des résultats complémentaires ;
              =  1 Les numéros sont définis par pas de progression.
                   Donnée de ID, IF, IPAS avec :
                   ID   : Premier numéro à générer.
                   IF   : Dernier numéro à générer.
                   IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
              =  2 Les numéros sont définis par liste d'éléments.
                   Donnée de NE,(NUE(I), I=1,NE) avec :
                   NE   : Nombre de numéros d'éléments à définir.
                   NUE  : Liste de ces NE numéros.
              =  3 Les numéros sont définis par groupe d'éléments.
                   Donnée de NG, (NUG(I), I = 1, NG) avec :
                   NG   : Nombre de numéros de groupe d'élément.
                   NUG  : Liste de ces NG numéros.

*** Si IGENC = 1, donnée de :

**** ID, IF, IPAS                                                  (d)

**** Si IGENC = 2, donnée de :

**** NE, (NUE(I), I=1,NE)                                          (d)

*** Si IGENC = 3, donnée de :

**** NG, NUG(I), I = 1,NG)                                         (d)

** Retour en B), si l'on veut générer d'autres numéros d'éléments.

** Sinon, terminer la séquence par 0.
```

Fin des données du module IMPR.

Module DDBG

Pilotage d'impressions complémentaires et d'initialisations spécifiques pour débogage. (Début DéBoGage)

EXPLICATIONS

Le module utilitaire DDBG est d'un emploi très particulier, en liaison avec les équipes de support technique du solveur CESAR.

L'emploi de ce module est facultatif et DDBG peut être exécuté à tout moment : il suffit d'introduire ses données avant ou après les données de n'importe quel autre module.

Concernant l'indicateur MDBG, seules les valeurs les plus courantes sont décrites ci-après.

DONNÉES DU MODULE DDBG

```
* DDBF                                                          (mot-clé)

* MDBG, IDBG                                                        (d)

     MDBG   : Indicateur d'impressions complémentaires pour débogage ;
              =  0 Pas d'impressions complémentaires.
              =  1 Détails des réservations d'espace (impressions
                   produites également pour MDBG > 1 dans certains
                   cas).
              > 10 Diagonale de la matrice de rigidité globale.
              > 11 Triangle supérieur de la matrice de rigidité(et
                   triangle inférieur si non symétrique).
              > 12 Matrices de rigidité élémentaires

     IDBG   : Indicateur d'initialisation des tableaux à des valeurs
              « grandes » susceptibles de provoquer des débordements
              en cas d'utilisation directe des données
              correspondantes ;
              =  0 Pas d'initialisation ;
              =  1 Initialisation
              =  2 Réduction de l'espace mémoire alloué au solveur de
                   manière à forcer l'utilisation du stockage sur
                   disque des matrices (depuis la version 4.0, cette
                   fonctionnalité peut également être déclenchée en
                   jouant sur le contenu du fichier des tailles de
                   tableaux TCESAR).
```

Fin des données du module DDBG.

Module EXPO

EXPOrtation du maillage et des résultats dans un autre format que le format natif (rsv4)

EXPLICATIONS

L'emploi de ce module est facultatif.

Il vise à permettre à l'utilisateur d'exploiter ses résultats avec d'autres outils que Peg2D/Peg3D ou CLEO2D/CLEO3D.
Pour le moment, la seule option disponible est le format GMSH (mais on pourrait envisager de mettre les résultats sous un format exploitable par d'autres logiciels).

Le module EXPO doit être introduit dans le fichier de données avant ELEM.
Le mot-clé EXPO est suivi d'un indicateur entier (0= pas d'exportation, 1 = création d'un fichier étude_model.msh).

DONNÉES DU MODULE EXPO

```
* EXPO                                                          (mot-clé)

* IEXPO                                                            (d)

     IEXPO  : Indicateur du format souhaité pour l'exportation
              =  0 Pas d'exportation ;
              =  1 exportation au format GMSH
```

Fin des données du module FDBG.

Module FDBG

Arrêt des impressions complémentaires et des initialisations spécifiques pour débogage.
(Fin DéBoGage)

EXPLICATIONS

L'emploi de ce module est facultatif, mais se fait après utilisation du module DDBG. Le module FDBG peut être exécuté à tout moment : il suffit d'introduire ses données après les données de n'importe quel autre module.

DONNÉES DU MODULE FDBG

```
* FDBG                                                    (mot-clé)
```

Fin des données du module FDBG.

Module GEFI

Gestion ou contrôle du fichier de résultats. (GEstion FIchier)

EXPLICATIONS

Le module utilitaire GEFI peut remplir deux fonctionnalités distinctes :
d'une part il donne la possibilité d'exploiter les résultats fournis par le solveur **CESAR** version 4 avec les anciens post-processeurs **PEG2D** et **PEG3D** (version 3.x),
d'autre part il permet un contrôle du contenu du fichier de résultats à accès direct (extension .rsv4).

L'emploi du module GEFI est facultatif, mais les données permettant de l'activer doivent être placées avant les données du module de calcul.

DONNÉES DU MODULE GEFI

```
* GEFI                                                    (mot-clé)

* IPRESU, IVERFC                                            (d)
     IPRESU : Indicateur de création d'un fichier de résultats binaire
              conforme à la version 3.4 (extension .resu) en plus du
              fichier spécifique à la version 4.x (extension .rsv4) ;
              = 0 Pas de création du fichier .resu ;
              = 1 Création du fichier .resu .
     IVERFC : Indicateur du niveau de vérification du fichier de
              résultats spécifique à la version 4.x (extension .rsv4).
              = 0 Pas de vérification ;
              = 1 Création d'un fichier ASCII complet (de nom
                  "etude_modele.cfor") conforme au fichier .rsv4 en
                  plus de celui-ci. Attention, ce fichier ASCII .cfor
                  est 2 à 3 fois plus gros que le fichier .rsv4 ;
              = 2 Affichage dans l'écran associé au déroulement du
                  calcul et dans le listing (fichier .list) des types
                  d'en-têtes présents dans le fichier .rsv4 et des
                  numéros d'enregistrement correspondants ;
              = 3 : indicateur 1 + indicateur 2 .
```

Fin des données du module GEFI.

Module STOP

Arrêt du déroulement de l'éxécution du solveur CESAR.

EXPLICATIONS

Le fonctionnement normal du solveur CESAR est de s'arrêter à l'issue du processus de calcul enclanché par les données fournies par l'utilisateur. Un arrêt prématuré peut éventuellement se produire en cas de détection de non convergence dans les calculs itératifs. Ces deux types d'arrêt sont gérés automatiquement par le solveur.

Le module STOP provoque l'arrêt du déroulement de l'exécution du solveur CESAR après avoir préalablement fermé tous les fichiers en cours d'utilisation.
L'emploi de ce module est facultatif, et STOP peut être exécuté à tout moment : il suffit d'introduire le mot-clé correspondant avant ou après les données de n'importe quel autre module.

DONNÉES DU MODULE STOP

```
* STOP                                                    (mot-clé)
```

Fin des données du module STOP.

3 - Données du modèle

Liste des modules de définition du modèle

Tableau 3.1 - Modules de définition du modèle

Nom	Fonction	Caractéristiques
COOR	Définition des coordonnées des noeuds.	Obligatoire
ELEM	Définition des éléments et des caractéristiques des groupes.	Obligatoire, structuré en familles.
COND	Définition des conditions aux limites sur l'inconnue principale.	Facultatif, structuré en options
CHAR	Définition des chargements.	Facultatif, structuré en options.

Dans la suite de ce chapitre, les données des modules de définition du modèle sont décrites en suivant leur ordre d'affichage dans le tableau ci-dessus.

Module COOR

Définition des coordonnées des noeuds. (COORdonnées)

EXPLICATIONS

Ce module permet de définir les coordonnées des noeuds du maillage.
Les coordonnées des nœuds et la numérotation des éléments figurent obligatoirement dans le même fichier : la valeur de l'indicateur M1 doit donc être la même dans les modules **COOR** et **ELEM**.

DONNÉES DU MODULE COOR

1 - Ligne d'en-tête

```
* COOR                                                    (mot-clé)

* M, M1                                                        (d)
     M      : Indice d'impression;
              = 0 Aucune impression;
              = 1 Impression des paramètres :
                  - nombre de noeuds du maillage,
                  - dimension du problème;
              = 2 Impression de M = 1,  plus :
                  - coordonnées des noeuds.

     M1     : Indicateur du fichier sur lequel sont lues les
              coordonnées des noeuds;
              = 0 Si lecture dans le jeu de données;
              = 1 Si lecture dans le fichier de maillage (en général
                  créé par les options de pré-traitement de CLEO).
```

2 – Lectures de coordonnées des noeuds

```
* NNT , NDIM                                          (d si M1 = 0 ;)
                                                      (m si M1 = 1 .)
     NNT    : Nombre de noeuds total du maillage.

     NDIM   : Dimension du problème;
              = 2 Modélisation bidimensionnelle;
              = 3 Modélisation tridimensionnelle.

* ((VCORG(I,J),I= 1,NDIM), J= 1,NNT)                  (d si M1 = 0 ;)
                                                      (m si M1 = 1 .)
     VCORG  : Tableau indiquant les coordonnées de tous les noeuds.
```

Fin des données du module COOR.

Module ELEM

Définition des éléments. (ELEMents)

EXPLICATIONS

Ce module effectue la lecture de toutes les données caractérisant les éléments du maillage (numérotation, type), puis les données liées aux groupes d'éléments (caractéristiques physiques, caractéristiques géométriques, etc.).

L'organisation générale des données du module **ELEM** est la suivante :

Lignes d'en-tête :

ELEM Données relatives aux lectures et aux impressions.

Données relatives à l'ensemble des éléments :

Numérotation. Types d'élément. Indicateurs de groupe.

Données des caractéristiques des NGRPE groupes d'éléments
(NGRPE = nombre de groupes) :

Titre caractérisant le groupe 1 (nom, indicateur d'activité, indicateur de couleur). Si le groupe 1 est actif, lignes de propriétés des éléments de ce groupe. (indicateur(s) de modèle, caractéristiques physiques et géométriques). | | Titre caractérisant le groupe i. Si le groupe i est actif, lignes de propriétés des éléments de ce groupe. | | Titre caractérisant le groupe NGRPE. Si le groupe NGRPE est actif, lignes de propriétés des éléments de ce groupe.

DONNÉES DU MODULE ELEM

1 – Lignes d'en-tête

```
* ELEM                                                    (mot-clé)

* M, M1                                                        (d)

     M      : Indice d'impression ;
              = 0 Aucune impression.
              = 1 Impression de :
                   - paramètres généraux.
                   - lignes de propriétés.
              = 2 Impression de M = 1 plus :
                   - numérotation des éléments.

     M1     : Indicateur du fichier sur lequel sont lus le pointeur de
              numérotation, la numérotation, le type et le pointeur de
              groupe des éléments. Sa valeur doit être la même que
              dans le module COOR. Pour mémoire :
              = 0 Si lecture dans le jeu de données.
              = 1 Si lecture dans le fichier de maillage (en général
                   créé par les options de pré-traitement de CLEO).
```

2 – Données relatives à l'ensemble des éléments

```
* NELT, NGRPE                                          (d si M1 = 0 ;
                                                       m si M1 = 1 .)

     NELT   : Nombre total d'éléments.

     NGRPE  : Nombre de groupes d'éléments.

* (PNUMEL (I), I=1, NELT+1)                            (d si M1 = 0 ;
                                                       m si M1 = 1 .)

     PNUMEL : Pointeur de numérotation des éléments.

* (NUMEL (I), I = 1,J)                                 (d si M1 = 0 ;
                                                       m si M1 = 1 .)

     NUMEL  : Numérotation des éléments (matrice de connexion).

     J      : = PNUMEL (NELT + 1) - 1.

* (TYPE (I), I = 1, NELT)                              (d si M1 = 0 ;
                                                       m si M1 = 1 .)

     TYPE   : Type de chaque élément (Voir le tableau ELEM.I).

* (GROUPE (I), I=1, NELT)                              (d si M1 = 0 ;
                                                       m si M1 = 1 .)

     GROUPE(I) : Indicateur du groupe auquel appartient l'élément
                 numéro I.
```

3 – Données des caractéristiques des groupes d'éléments

Rappel sur la notion de groupe :

Tous les éléments d'un **groupe** doivent appartenir à la même **famille**. Pour un modèle donné, il y a au moins un groupe d'éléments par famille.

Supposons que le modèle comprenne par exemple trois groupes d'éléments :

- Groupe 1 : Eléments bidimensionnels (famille 01)
- Groupe 2 : Eléments de poutre plans (famille 03)
- Groupe 3 : Eléments bidimensionnels (famille 01).

Dans ce cas, les données à fournir pour le groupe 1 sont définies dans la rubrique **Famille 01**, celles du groupe 2 dans la rubrique **Famille 03** et celles du groupe 3 à nouveau par la rubrique **Famille 01**.

Suite des données du module ELEM :

La liste des familles disponibles dans la version standard du solveur **CESAR** est indiquée page suivante. Les rubriques du module **ELEM** sont ensuite présentées suivant l'ordre croissant des numéros de famille.

Remarque sur la compatibilité des données entre versions 3.x et 4.x :

A partir de la version 4.0 du solveur **CESAR**, la donnée d'un titre de 80 caractères en version 3.x (TITRE) pour caractériser le groupe considéré est remplacée par une ligne de données contenant le nom (NOMG) et les indicateurs d'activité (ACTI) et de couleur (IGCOL) du groupe. La valeur de ACTI conditionne ensuite la présence des lignes de propriétés des éléments du groupe considéré.

ATTENTION : NOMG, ACTI et IGCOL doivent être sur la même ligne de données.

La modification du format des données (NOMG, ACTI et IGCOL) et la dépendance des lignes de propriété ne créent pas véritablement d'incompatibilité par rapport à la donnée de TITRE, compte tenu des dispositions adoptées :

- L'ancien TITRE se voit ramené à 40 caractères pour constituer le nouveau NOMG du groupe considéré. La compatibilité est totale si TITRE ne comportait aucun caractère A, a, I ou i au delà de la colonne 40 de la ligne de données.
- L'indicateur d'activité ACTI est une donnée de 1 caractère prenant la valeur A ou a si le groupe est actif, et la valeur I ou i s'il est inactif. Si ACTI n'est pas défini (aucun caractère A, a, I ou i entre les colonnes 41 et 80 de la ligne de données), le groupe est considéré comme actif ; cela entraîne la présence des lignes de propriétés dans la suite du jeu de données (situation habituelle avec les versions 3.x).
- L'indicateur de couleur sert essentiellement à faciliter les représentations graphiques. Affecté à chaque groupe à l'aide des options de pré-traitement de **CLEO**, IGCOL ne joue aucun rôle dans le déroulement des calculs par le solveur **CESAR**, mais il est ensuite utilisé par les options de post-traitement de **CLEO**. Si IGCOL n'est pas défini, le groupe considéré se voit affecté de l'indicateur de couleur n°1.

Tableau ELEM.1 : Liste des familles

Nature	Famille	Type	Description
Mécanique	01	MBxx	Éléments isoparamétriques bidimensionnels de type déplacement.
	02	MTxx	Éléments isoparamétriques tridimensionnels de type déplacement.
	03	PBxx	Élément de poutre bidimensionnel.
	04	-	Élément de poutre tridimensionnel :
		PTxx	- de type Timoshenko
		PMxx	- de type multifibre
	05	-	Éléments de coque :
		COxx	- de type Love-Kirchhoff ou Mindlin
		CMxx	- de type multicouche
	06	FDxx	Éléments de contact (2D, 3D).
	07	BBxx	Éléments de barre bidimensionnels.
	08	BTxx	Éléments de barre tridimensionnels.
	435	KRxx	Éléments de barre 2/3D avec frottement.
	11	AXxx	Éléments isoparamétriques axisymétriques de type déplacement pour le calcul des structures à géométrie de révolution soumises à un chargement quelconque.
Diffusion	21	DBxx	Éléments isoparamétriques bidimensionnels de type diffusion.
	22	DTxx	Éléments isoparamétriques tridimensionnels de type diffusion.
	23	Ebxx	Éléments d'échange bidimensionnels.
	24	Etxx	Éléments d'échange tridimensionnels.
	25	SBxx	Éléments discontinus pour la recherche d'une surface libre (problèmes plans).
Couplage	41	CBxx	Éléments isoparamétriques bidimensionnels à trois degrés de liberté par noeud (deux déplacements, charge hydraulique) pour les problèmes de consolidation.
	42	CTxx	Éléments isoparamétriques tridimensionnels à quatre degrés de liberté par noeud (trois déplacements, charge hydraulique) pour les problèmes de consolidation.
	45	OBxx	Éléments isoparamétriques bidimensionnels à quatre ddl par noeud (2 déplacements, pression de pore, température) pour les problèmes thermo-mécaniques dans les milieux poreux.
	46	OTxx	Éléments isoparamétriques tridimensionnels à cinq ddl par noeud (3 déplacements, pression de pore, température) pour les problèmes thermo-mécaniques dans les milieux poreux.
Autre	09	RLxx	Relations linéaires.
	10	SPxx	Éléments « spéciaux » ou « utilisateur » permettant l'introduction de pénalisation particulière (amortissement, masse, rigidité, etc.).

Famille 01

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments MBxx

01.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD, INAT                                                          (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Élasticité linéaire isotrope.
              =  2 Élasticité linéaire orthotrope.
              =  5 Comportement du béton au jeune âge.
              = 10 à 50  Élastoplasticité :
                   = 10  Mohr-Coulomb sans écrouissage.
                   = 11  Von Mises sans écrouissage.
                   = 12  Von Mises avec écrouissage.
                   = 13  Drucker-Prager sans écrouissage.
                   = 14  Drucker-Prager avec écrouissage.
                   = 15  Critère parabolique.
                   = 16  Vermeer.
                   = 17  Nova.
                   = 18  Cam Clay modifié.
                   = 19  Prévost-Hoeg.
                   = 20  Critère orienté.
                         Attention à la signification de ce critère en
                         déformation axisymétrique ou en contrainte
                         plane !
                   = 24  Hoek-Brown (déformation plane).
                   = 34  Modèle Mélanie (déformation plane).
                   = 37  Mohr-Coulomb sans écrouissage, élasticité
                         orthotrope.
                   = 40  Tresca anisotrope (ce critère n'a de sens
                              qu'en déformation plane : donner INAT =
                         1).
```

= 43 Matériau renforcé, modèle de de Buhan – Sudret : une phase matrice élasto-plastique (modèle de Drucker-Prager sans écrouissage) et une ou deux phases de renforcements unidirectionnels élastiques parfaitement plastiques (modèle de von Mises), déformation plane ou déformation axisymétrique.

= 47 Willam-Warnke standard (3 paramètres), sans/avec écrouissage.

= 48 Willam-Warnke modifié (4 paramètres), sans/avec écrouissage.

= 66 Elasticité linéaire isotrope avec amortissement de Rayleigh (DYNI,LINC).

= 88 Elasticité avec dilatance isotrope.

= 10000 lois de comportement "à composantes".

INAT : Indicateur de la nature du problème étudié ;

= 1 Déformation plane.

= 2 Déformation axisymétrique.

= 3 Contrainte plane.

01.2 Caractéristiques mécaniques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (élasticité linéaire isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 2 (élasticité linéaire orthotrope) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young dans la direction 1.
E2 : Module d'Young dans la direction 2.
P1 : Coefficient de Poisson direction 1.
P2 : Coefficient de Poisson direction 2.
G2 : Module de cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe OX et la direction 1.

** Si IMOD = 5 (comportement du béton au jeune âge) :

*** RO, YOUNG, POISS, DILAT, RETRA, SEUIL, HYD (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
DILAT : Coefficient de dilatation thermique.
RETRA : Retrait endogène final du béton.
SEUIL : Seuil du matériau durci.
HYD : Degré d'hydratation.
= 0. pour un matériau chimiquement actif ;
≠ 0. pour un matériau chimiquement inactif, dont le degré d'hydratation est fixé à la valeur HYD (le groupe correspondant doit être déclaré inactif avec l'option INA lors du calcul TEXO).

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 10 (Mohr-Coulomb sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, K (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, K, H (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.
H : Pente de la droite d'essai uniaxial.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 13 (Drucker-Prager sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 14 (Drucker-Prager avec écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, XHI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
XHI : Paramètre d'écrouissage.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

*** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 15 (Critère parabolique) :

*** RO, YOUNG, POISS, RC, RT (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
RC : Résistance en compression simple.
RT : Résistance en traction simple.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 16 (Vermeer) :

*** RO, YOUNG, POISS, EPSO,PHICV, PHIP, BETA, EPSCO, PO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
EPSO : Déformation volumique élastique initiale.
PHICV : Angle de frottement à l'état critique.
PHIP : Angle de frottement au pic.
BETA : Paramètre du modèle.
EPSCO : Paramètre du modèle.
PO : Pression de référence.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 17 (Nova) :

*** RO, YOUNG, POISS, BO, LO, M, L, D, MM, MU, PCO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
BO : Pente initiale de déchargement.
LO : Pente initiale de contrainte-déformation.
M : Paramètre du modèle.
L : Paramètre du modèle.
D : Paramètre du modèle (dilatance).
MM : Pente de la droite Q/P (état critique).
MU : Paramètre du modèle.
PCO : Paramètre définissant la surface de charge initiale.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 18 (Cam Clay modifié) :

*** RO, YOUNG, POISS, ALOE, AKOE, AMC, OED, PCO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
ALOE : Pente de la courbe de consolidation vierge.
AKOE : Pente des courbes charge-décharge.
AMC : Pente de la courbe d'état critique.
OED : Indice des vides initial.
PCO : Pression de préconsolidation initiale.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 19 (Prévost-Hoeg) :

*** RO, YOUNG, POISS, AO, BO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'YOUNG.
POISS : Coefficient de Poisson.
AO : Paramètre du modèle.
BO : Paramètre du modèle.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 20 (Critère orienté) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, ALPHA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
ALPHA : Angle par rapport à l'axe OX.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 24 (Hoek-Brown) :

*** RO, YOUNG, POISS, SU, S, M (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
SU : Contrainte à la rupture de la roche saine (compression).
S : Coefficient de fracturation.
M : Paramètre de forme.

** Si IMOD = 34 (Modèle Mélanie) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, ALPHA, OED, SIVO, SIPO, CPSC, CPNC, JTA, TOLC (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young dans la direction 1.
E2 : Module d'Young dans la direction 2.
P1 : Coefficient de Poisson direction 1.
P2 : Coefficient de Poisson direction 2.
G2 : Module de Cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe OX et la direction 1.
ALPHA : Pente de la courbe de consolidation isotrope.
OED : Indice des vides initial.
SIVO : Contrainte verticale effective initiale.
SIPO : Pression de préconsolidation.
CPSC : Coefficient de pression des terres au repos du sol surconsolidé.
CPNC : Coefficient de pression des terres au repos du sol normalement consolidé.
JTA : Indice de normalité.
TOLC : Tolérance sur le critère de plasticité.

** Si IMOD = 37 (Mohr-Coulomb sans écrouissage, élasticité orthotrope):

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, C, PHI, PSI (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young dans la direction 1.
E2 : Module d'Young dans la direction 2.
P1 : Coefficient de Poisson direction 1.
P2 : Coefficient de Poisson direction 2.
G2 : Module de Cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe OX et la direction 1.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).

```
*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP                                                                (d)

     EP     : Epaisseur de la structure.
```

** Si IMOD = 40 (Tresca anisotrope) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, A1, B1, A2, B2 (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young dans la direction 1.
E2 : Module d'Young dans la direction 2.
P1 : Coefficient de Poisson direction 1.
P2 : Coefficient de Poisson direction 2.
G2 : Module de Cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe OX et la direction 1.
A1, B1 : Coefficients pour une variation linéaire de la cohésion en compression en fonction de la direction 2 ($C_c = a_1 x_2 + b_1$).
A2, B2 : Coefficients pour une variation linéaire de la cohésion en extension en fonction de la direction 2 ($C_e = a_2 x_2 + b_2$).

** Si IMOD = 43 (Matériau renforcé, modèle de de Buhan et Sudret) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, NRENF,
TYP1, K1, SA1, S1, ETA1, X1, Y1, FV1,
TYP2, K2, SA2, S2, ETA2, X2, Y2, FV2 (d)

RO : Masse volumique de la phase matrice.
YOUNG : Module d'Young de la phase matrice.
POISS : Coefficient de Poisson de la phase matrice.
C : Cohésion de la phase matrice.
PHI : Angle de frottement interne (critère) de la phase matrice.
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique) de la phase matrice.
NRENF : Nombre de phases de renforcement (valeur : 0, 1 ou 2).

TYP1 : Type de la phase de renforcement n°1 ;
= 0 Renforcement homogène,
= 1 Renforcement radial,
= 2 Renforcement divergent cylindrique,
= 3 Renforcement divergent sphérique.
K1 : Module d'Young du matériau constituant les inclusions de la phase 1.
SA1 : Section d’une inclusion de la phase 1.
S1 : Contrainte limite en traction simple du matériau constituant les inclusions de la phase 1.
ETA1 : Rapport limite en compression/limite en traction des inclusions de la phase 1.
X1, Y1, FV1 : voir définitions selon conditions.

TYP2, K2, SA2, S2, ETA2, X2, Y2, FV2 : données de la phase de renforcement n°2 ; définitions analogues à celles de la phase 1.

*** Si NRENF = 0 :

Voir remarque ci-dessous.

*** Si NRENF = 1 ou 2 :

**** Si INAT = 1 (Déformation plane), les données X1, Y1, FV1 ont la signification suivante :

***** Si TYP1 = 0 (renforcement homogène) :

X1 : Angle de la direction des inclusions de la phase 1 avec l'axe horizontal (en degrés).
Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1.

***** Si TYP1 = 1 (renforcement radial) :

X1, Y1 : Coordonnées du point de convergence des inclusions de la phase 1.
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité du point de convergence des inclusions (la fraction volumique varie en 1/r, où r est la distance au point (X1,Y1)).

**** Si INAT = 2 (Calcul axisymétrique), les données X1, Y1, FV1 ont la signification suivante :

***** Si TYP1 = 0 (renforcement homogène) :

X1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1.

***** Si TYP1 = 1 (renforcement radial) :

X1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité de l'axe de symétrie (la fraction volumique varie en 1/r).

***** Si TYP1 = 2 (renforcement divergent cylindrique) :

X1 : Angle de la direction de renforcement de la phase 1 avec l'axe de symétrie Oz (en degrés).
Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité de l'axe de symétrie (la fraction volumique varie en 1/r).

***** Si TYP1 = 3 (renforcement divergent sphérique) :

X1 : Coordonnée z du point de convergence des inclusions (nécessairement situé sur l'axe de symétrie).
Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité du point de convergence des inclusions (la fraction volumique varie en $1/r^2$, où r est la distance au point de convergence des inclusions (r=0, z=X1).

*** Si NRENF = 2 :

La structure des données de la phase de renforcement 2 est identique à celle de la phase 1.

Remarque :

Quelle que soit la valeur de NRENF, les 23 paramètres du modèle de comportement doivent être écrits dans le jeu de données . Ainsi, s'il n'y a qu'une phase de renforcement (NRENF=1), il suffit d'affecter des valeurs quelconques (ou nulles) aux 8 dernières paramètres. S'il n'y a pas de phase de renforcement (NRENF=0), cette affectation quelconque portera sur les 16 derniers paramètres.

** Si IMOD = 47 (Willam-Warnke standard, 3 paramètres) :

*** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 48 (Willam-Warnke modifié, 4 paramètres) :

*** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, SIG1, SIG2, SIG3, A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.
SIG1, SIG2, SIG3 :
Etat de contraintes triaxiales de ruine.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 66 (élasticité linéaire isotrope avec amortissement de Rayleigh - modules DYNI,LINC) :

*** RO, YOUNG, POISS, A, B (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
A : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de rigidité.
B : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de masse.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 88 (élasticité avec dilatance isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS, CKA, CKB, CKC (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
CKA : Coefficient Ka affecté au cisaillement.
CKB : Coefficient Kb affecté à la variation de volume.

```
     CKC    : Coefficient Kc affecté au troisième invariant.

*** Si INAT = 3 (Contrainte plane) donnée de :

**** EP                                                          (d)
     EP     : Epaisseur de la structure.


** Si IMOD = 10000 (modèles de comportement à composantes :
     voir documentation spécifique
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 01

Famille 02

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments MTxx

02.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Elasticité linéaire isotrope.
              =  2 Elasticité linéaire orthotrope.
              =  5 Comportement du béton au jeune âge.
              = 10 à 50  Élastoplasticité :
                   = 10  Mohr-Coulomb sans écrouissage.
                   = 11  Von Mises sans écrouissage.
                   = 12  Von Mises avec écrouissage.
                   = 13  Drucker-Prager sans écrouissage.
                   = 14  Drucker-Prager avec écrouissage.
                   = 15  Critère parabolique.
                   = 16  Vermeer.
                   = 17  Nova.
                   = 18  Cam Clay modifié.
                   = 19  Prévost et Hoeg.
                   = 20  Critère orienté.
                   = 24  Hoek-Brown.
                   = 43  Matériau renforcé, modèle de de Buhan –
                         Sudret : une phase matrice élasto-plastique
                         (modèle de Drucker-Prager sans écrouissage) et
                         une ou deux phases de renforcements
                         unidirectionnels élastiques parfaitement
                         plastiques (modèle de von Mises), déformation
                         plane ou déformation axisymétrique.
```

= 47 Willam-Warnke standard (3 paramètres), sans/avec écrouissage.
= 48 Willam-Warnke modifié (4 paramètres), sans/avec écrouissage.
= 66 Elasticité linéaire isotrope avec amortissement de Rayleigh (DYNI,LINC).
= 88 Elasticité avec dilatance isotrope.
= 10000 lois de comportement "à composantes".

02.2 Caractéristiques mécaniques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (élasticité linéaire isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.

** Si IMOD = 2 (élasticité linéaire orthotrope) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, PHI (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young dans le plan d'orthotropie.
E2 : Module d'Young dans la direction de l'axe d'orthotropie.
P1 : Coefficient de Poisson dans le plan d'orthotropie.
P2 : Coefficient de Poisson dans la direction de l'axe d'orthotropie.
G2 : Module de cisaillement.
TETA : Angle en degrés décimaux entre l'axe OX et l'axe OX1.
PHI : Angle en degrés décimaux entre l'axe OX1 et l'axe d'orthotropie.

** Si IMOD = 5 (comportement du béton au jeune âge) :

*** RO, YOUNG, POISS, DILAT, RETRA, SEUIL, HYD (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
DILAT : Coefficient de dilatation thermique.
RETRA : Retrait endogène final du béton.
SEUIL : Seuil du matériau durci.
HYD : Degré d'hydratation.
= 0. pour un matériau chimiquement actif ;
≠ 0. pour un matériau chimiquement inactif, dont le degré d'hydratation est fixé à la valeur HYD (le groupe correspondant doit être déclaré inactif avec l'option INA lors du calcul TEXO).

** Si IMOD = 10 (Mohr-Coulomb sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).

** Si IMOD = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, K (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.

** Si IMOD = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, K, H (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.
H : Pente de la droite d'essai uniaxial.

** Si IMOD = 13 (Drucker-Prager sans écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère)
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).

** Si IMOD= 14 (Drucker-Prager avec écrouissage) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, XHI (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
XHI : Paramètre d'écrouissage.

** Si IMOD = 15 (Critère parabolique) :

*** RO, YOUNG, POISS, RC, RT (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
RC : Résistance en compression simple.
RT : Résistance en traction simple.

** Si IMOD = 16 (Vermeer) :

***RO, YOUNG, POISS, EPSO, PHICV, PHIP, BETA, EPSCO, PO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
EPSO : Déformation volumique élastique initiale.
PHICV : Angle de frottement à l'état critique.
PHIP : Angle de frottement au pic.
BETA : Paramètre du modèle.
EPSCO : Paramètre du modèle.
PO : Pression de référence.

** Si IMOD = 17 (Nova) :

*** RO, YOUNG, POISS, BO, LO, M, L, D, MM, MU, PCO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
BO : Pente initiale de déchargement.
LO : Pente initiale de contrainte-déformation.
M : Paramètre du modèle.
L : Paramètre du modèle.
D : Paramètre du modèle (dilatance).
MM : Pente de la droite Q/P (état critique).
MU : Paramètre du modèle.
PCO : Paramètre définissant la surface de charge initiale.

** Si IMOD = 18 (Cam Clay modifié) :

*** RO, YOUNG, POISS, ALOE, AKOE, AMC, OED, PCO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
ALOE : Pente de la courbe de consolidation vierge.
AKOE : Pente des courbes charge-décharge.
AMC : Pente de la courbe d'état critique.
OED : Indice des vides initial.
PCO : Pression de préconsolidation initiale.

** Si IMOD = 19 (Prévost et Hoeg) :

*** RO, YOUNG, POISS, AO, BO (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
AO : Paramètre du modèle.
BO : Paramètre du modèle.

** Si IMOD = 20 (Critère orienté) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, U1, U2, U3 (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
U1,U2,U3 : Coordonnées du vecteur u normal au plan de discontinuité, dans le repère Ox, Oy, Oz du maillage (directions 1, 2 et 3).

** Si IMOD = 24 (Hoek-Brown) :

*** RO, YOUNG, POISS, SU, S, M (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
SU : Contrainte à la rupture de la roche saine (compression).
S : Coefficient de fracturation.
M : Paramètre de forme.

** Si IMOD = 43 (Matériau renforcé, modèle de de Buhan et Sudret) :

*** RO, YOUNG, POISS, C, PHI, PSI, NRENF,
TYP1, K1, SA1, S1, ETA1, X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, FV1,
TYP2, K2, SA2, S2, ETA2, X2, Y2, Z2, A2, B2, C2, FV2 (d)

RO : Masse volumique de la phase matrice.
YOUNG : Module d'Young de la phase matrice.
POISS : Coefficient de Poisson de la phase matrice.
C : Cohésion de la phase matrice.
PHI : Angle de frottement interne (critère) de la phase matrice.
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique) de la phase matrice.
NRENF : Nombre de phases de renforcement (valeur : 0, 1 ou 2).

TYP1 : Type de la phase de renforcement n°1 ;
= 0 Renforcement homogène,
= 1 Renforcement radial,
= 2 Renforcement divergent cylindrique,
= 3 Renforcement divergent sphérique.
K1 : Module d'Young du matériau constituant les inclusions de la phase 1.
SA1 : Section d’une inclusion de la phase 1.

S1 : Contrainte limite en traction simple du matériau constituant les inclusions de la phase 1.

ETA1 : Rapport limite en compression/limite en traction des inclusions de la phase 1.

X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, FV1 : voir définitions selon la valeur de TYP1.

TYP2, K2, SA2, S2, ETA2, X2, Y2, Z2, A2, B2, C2, FV2 : données de la phase de renforcement n°2 ; définitions analogues à celles de la phase 1.

*** Si NRENF = 0 :

Voir remarque ci-dessous.

*** Si NRENF = 1 ou 2 :

**** Si TYP1 = 0 (renforcement homogène) :

X1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

Y1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

Z1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

A1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la projection de la direction de renforcement de la phase 1 sur le plan z = 0 et l'axe des x (longitude).

B1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la direction de renforcement de la phase 1 et l'horizontale (latitude) (Un vecteur unitaire de la direction de renforcement est donc :
cos A1 cos B1, sin A1 cos B1, sin B1).

C1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1.

**** Si TYP1 = 1 (renforcement radial) :

X1, Y1, Z1 : Coordonnées d'un point de l'axe de symétrie de révolution.

A1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la projection de l'axe de symétrie sur le plan z = 0 et l'axe des x (longitude).

B1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la direction de l'axe de symétrie et l'horizontale (latitude)
(Un vecteur unitaire de l'axe de symétrie est donc :
cos A1 cos B1, sin A1 cos B1, sin B1).

C1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).

FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité de l'axe de symétrie (la fraction volumique varie en 1/r, où r est la distance à l'axe de symétrie).

*** Si TYP1 = 2 (renforcement divergent cylindrique) :

X1, Y1, Z1 : Coordonnées d'un point de l'axe de symétrie de révolution.
A1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la projection de l'axe de symétrie sur le plan z = 0 et l'axe des x (longitude).
B1 : Angle (dans l'intervalle [-90°, 90°]) entre la direction de l'axe de symétrie et l'horizontale (latitude)
(Un vecteur unitaire de l'axe de symétrie est donc : cos A1 cos B1, sin A1 cos B1, sin B1).
C1 : Angle entre la direction de renforcement de la phase 1 et l'axe de symétrie dans un plan méridien.
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité de l'axe de symétrie (la fraction volumique varie en 1/r, où r est la distance à l'axe de symétrie).

*** Si TYP1 = 3 (renforcement divergent sphérique) :

X1, Y1, Z1 : Coordonnées du point de convergence des inclusions de la phase 1.
A1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
B1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
C1 : Inutilisé (donner une valeur = 0.).
FV1 : Fraction volumique des inclusions de la phase 1 à une distance unité du point de convergence (la fraction volumique varie en $1/r^2$, où r est la distance au point de convergence des inclusions (X1, Y1, Z1)).

*** Si NRENF = 2 :

La structure des données de la phase de renforcement 2 est identique à celle de la phase 1.

Remarque :

Quelle que soit la valeur de NRENF, les 31 paramètres du modèle de comportement doivent être écrits dans le jeu de données . Ainsi, s'il n'y a qu'une phase de renforcement (NRENF=1), il suffit d'affecter des valeurs quelconques (ou nulles) aux 12 dernières paramètres. S'il n'y a pas de phase de renforcement (NRENF=0), cette affectation quelconque portera sur les 24 derniers paramètres.

** Si IMOD = 47 (Willam-Warnke standard, 3 paramètres) :

*** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

** Si IMOD = 48 (Willam-Warnke modifié, 4 paramètres) :

*** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, SIG1, SIG2, SIG3,

A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.
SIG1, SIG2, SIG3
: Etat de contraintes triaxiales de ruine.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

** Si IMOD = 66 (élasticité linéaire isotrope avec amortissement de Rayleigh - modules DYNI,LINC) :

*** RO, YOUNG, POISS, A, B (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
A : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de rigidité.
B : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de masse.

```
** Si IMOD = 88 (Elasticité avec dilatance isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS, CKA, CKB, CKC                                    (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     CKA    : Coefficient Ka affecté au cisaillement.
     CKB    : Coefficient Kb affecté à la variation de volume.
     CKC    : Coefficient Kc affecté au troisième invariant.


** Si IMOD = 10000 (modèles de comportement à composantes :
     voir documentation spécifique
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 02

Famille 03

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments PBxx

03.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80) ;
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              = 1 Elasticité linéaire.
```

03.2 Caractéristiques mécaniques des éléments du groupe actif

```
** RO, YOUNG, POISS                                                    (d)

     RO     : Masse volumique.
              =  0.  Si  calculs  en  statique  avec  chargements
                   indépendants du poids volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
```

03.3 Caractéristiques géométriques des éléments du groupe actif

```
** S, SR, VIN, YG                                                    (d)
```

S : Aire de la section droite.
SR : Section réduite au cisaillement.
VIN : Valeur du moment d'inertie principal de la section, dans les axes locaux de l'élément (voir description de l'élément).
YG : Ordonnée de l'axe des centres de gravité de la section, dans les axes locaux de l'élément.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 03

Famille 04

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments PTxx

04.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
```

NOMG : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la colonne 1).

ACTI : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère entre les colonnes 41 et 80);
= A ou a si le groupe considéré est actif.
= I ou i si le groupe est inactif.

IGCOL Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

```
* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)
```

IMOD : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les éléments du groupe ;
= 1 Poutre standard.
= 5 Poutre multifibres.

04.2 Groupe d'éléments de poutre standard actif

```
** Si IMOD = 1 (Poutre standard, élasticité linéaire) :

*** RO, YOUNG, POISS                                                   (d)
```

RO : Masse volumique ;
= 0. Si calculs en statique avec chargements indépendants du poids volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.

```
*** S, S2, S3, VI1, VI2, VI3, YG, ZG, YC, ZC,(V(i),i=1,3)             (d)
```

S : Aire de la section droite.
S2, S3 : Sections réduites au cisaillement.
VI1 : Moment d'inertie de torsion.
VI2,VI3: Moments d'inertie principaux par rapport aux axes x2 et x3.

```
     YG,ZG  : Coordonnées, dans les axes locaux (x2, x3), de l'axe des
              centres de gravité des sections de l'élément.
     YC,ZC  : Coordonnées, dans les axes locaux (x2, x3), de l'axe des
              centres de torsion des sections de l'élément.
     V      : Vecteur direction du premier axe d'inertie (x2).
```

04.3 Groupe d'éléments de poutre multifibres actif

```
** Si IMOD = 5 (Poutres multifibres) :

*** NFIBR                                                          (d)

     NFIBR  : Nombre de fibres pour les éléments du groupe de poutres.

*** NLOI                                                           (d)

     NLOI   : Nombre de lois de comportement différentes pour décrire
              le comportement de l'ensemble des fibres.


*** Pour chacune des NLOI lois de comportement :

**** IMODF                                                         (d)

     IMODF  : Indicateur du type de modèle mécanique correspondant ;
              =  1 Elasticité linéaire isotrope.
              = 11 Von Mises sans écrouissage.
              = 12 Von Mises avec écrouissage.
              = 15 Critère parabolique.
              = 47 Willam-Warnke standard (3 paramètres),
              sans/avec écrouissage.
              = 48 Willam-Warnke modifié  (4 paramètres),
              sans/avec écrouissage.


**** Si IMODF = 1 (élasticité linéaire isotrope) :

***** RO, YOUNG, POISS                                            (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.


**** Si IMODF = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

***** RO, YOUNG, POISS, K                                         (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
```

```
     K      : Résistance en cisaillement simple.


**** Si IMODF = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

***** RO, YOUNG, POISS, K, H                                          (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     K      : Résistance en cisaillement simple.
     H      : Pente de la droite d'essai uniaxial.


**** Si IMODF = 15 (Critère parabolique) :

***** RO, YOUNG, POISS, RC, RT                                        (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     RC     : Résistance en compression simple.
     RT     : Résistance en traction simple.


**** Si IMODF = 47 (Willam-Warnke standard, 3 paramètres) :

***** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, A0, B0, KAPPA                    (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     FC     : Résistance en compression.
     FT     : Résistance en traction.
     FBC    : Résistance en compression biaxiale.
     A0     : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances
              du matériau.
     B0     : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances
              du matériau.
     KAPPA  : Facteur exponentiel d'écrouissage.


**** Si IMODF = 48 (Willam-Warnke modifié, 4 paramètres) :

***** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, SIG1, SIG2, SIG3,
      A0, B0, KAPPA                                                   (d)

     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     FC     : Résistance en compression.
     FT     : Résistance en traction.
     FBC    : Résistance en compression biaxiale.
```

SIG1, SIG2, SIG3 : Etat de contraintes triaxiales de ruine.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

*** YC, ZC, VITORS (d)

YC,ZC : Coordonnées, dans les axes locaux (x2, x3), de l'axe des centres de torsion des sections de l'élément.
VITORS : Moment d'inertie de torsion.
= 0 si le moment est calculé.

*** Pour chacune des NFIBR fibres :

**** SF, X2, X3, ILOI (d)

SF : Aire de la section de la fibre.
X2, X3 : Coordonnées du centre de la fibre dans le repère local.
ILOI : Numéro local (rang) de la loi de comportement dans la liste définie ci-dessus par la boucle de NLOI valeurs.

*** (V(i),i=1,3) (d)

V : Vecteur direction du premier axe d'inertie (x2).

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 04

Famille 05

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments COxx

05.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

* NOMG, ACTI, IGCOL (d)

NOMG : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la colonne 1).

ACTI : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère entre les colonnes 41 et 80);
= A ou a si le groupe considéré est actif.
= I ou i si le groupe est inactif.

IGCOL Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD, IMP, NNELG (d)

IMOD : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les éléments du groupe ;
= 1 Coque standard
= 2 Coque multicouche

IMP : Indicateur précisant le type des résultats en contraintes désirés ;
= 11 Impression des contraintes calculées au centre de l'élément (exprimées dans le repère local) :
$(\theta_{xx},\theta_{yy},\theta_{xy})_{sup},\theta_{xz},\theta_{yz},(\theta_{xx},\theta_{yy},\theta_{xy})_{inf}$
avec $(\ )_{sup}$: contraintes en « face » supérieure.
$(\ )_{inf}$: Contraintes en « face » inférieure.
= 12 Impression des contraintes généralisées calculées au centre de l'élément(exprimées dans le repère local) :
$N_{xx},N_{yy},N_{xy},N_{xz},N_{yz},M_{xx},M_{yy},M_{xy}$
= 13 Impression des contraintes principale calculées au centre de l'élément :
$(\theta_1,\theta_2,\theta)_{sup},\theta_{xz},\theta_{yz},(\theta_1,\theta_2,\theta)_{inf}$
avec θ_1, θ_2 : contraintes principales ($\theta_1 > \theta_2$) .
θ : angle entre le premier vecteur du repère local et la direction de θ_1 .
= 14 Impression de 11 + 12.
= 21) Les sorties 21, 22, 23, 24 sont de même nature
= 22) que les sorties 11, 12, 13, 14 mais les résultats
= 23) sont donnés dans ce cas aux noeuds sommets de

```
          = 24 ) chaque élément du groupe.
NNELG  : Nombre maximum de noeuds d'un élément du groupe.
```

05.2 Groupe d'éléments de coque standard actif

** Si IMOD = 1 (Coques standard, élasticité linéaire) :

*** RO, YOUNG, POISS (d)

RO : Masse volumique.
= 0. Si calculs en statique avec chargements indépendants du poids volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.

*** (EP(I), I=1, NNELG) (d)

EP(I) : Epaisseur des éléments du groupe au niveau du noeud I.

05.3 Groupe d'éléments de coque multicouches actif

** Si IMOD = 2 (Coques multicouches) :

*** NCOU (d)

NCOU : Nombre de couches pour les éléments du groupe de coques ;

*** NLOI (d)

NLOI : Nombre de lois de comportement différentes pour décrire le comportement de l'ensemble des couches;

*** Pour chacune des NLOI lois de comportement :

**** IMODC (d)

IMODC : Indicateur du type de modèle mécanique correspondant;
= 1 Elasticité linéaire isotrope.
= 11 Von Mises sans écrouissage.
= 12 Von Mises avec écrouissage.
= 15 Critère parabolique.
= 47 Willam-Warnke standard (3 paramètres), sans/avec écrouissage.
= 48 Willam-Warnke modifié (4 paramètres), sans/avec écrouissage.

**** Si IMODC = 1 (élasticité linéaire isotrope) :

***** RO, YOUNG, POISS (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.

**** Si IMODC = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

***** RO, YOUNG, POISS, K (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.

**** Si IMODC = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

***** RO, YOUNG, POISS, K, H (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
K : Résistance en cisaillement simple.
H : Pente de la droite d'essai uniaxial.

**** Si IMODC = 15 (Critère parabolique) :

***** RO, YOUNG, POISS, RC, RT (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
RC : Résistance en compression simple.
RT : Résistance en traction simple.

**** Si IMODC = 47 (Willam-Warnke standard, 3 paramètres) :

***** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.

A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

**** Si IMODC = 48 (Willam-Warnke modifié, 4 paramètres) :

***** RO, YOUNG, POISS, FC, FT, FBC, SIG1, SIG2, SIG3,
A0, B0, KAPPA (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young.
POISS : Coefficient de Poisson.
FC : Résistance en compression.
FT : Résistance en traction.
FBC : Résistance en compression biaxiale.
SIG1, SIG2, SIG3
: Etat de contraintes triaxiales de ruine.
A0 : Limite d'élasticité initiale par rapport aux résistances du matériau.
B0 : Limite d'élasticité finale par rapport aux résistances du matériau.
KAPPA : Facteur exponentiel d'écrouissage.

*** (ILOI(I), I=1,NCOU) (d)

ILOI(I): Numéro local (rang)de la loi de comportement dans la liste définie ci-dessus par la boucle de NLOI valeurs, pour la couche I.

*** (EP(I), I=1,NCOU) (d)

EP(I) : Epaisseur de la couche I.

*** (Exc(I), I=1,NCOU) (d)

Exc(I) : Excentricité de la couche I.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 05

Famille 06

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments FDxx

06.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :


** IMOD, INAT, ITAC                                                    (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Loi de comportement de type « adhérence ».
              =  2 Loi  de  comportement  de  type  « frottement  de
                   Coulomb ».
              =  3 Loi de comportement de type « glissement parfait ».

     INAT   : Indicateur de la nature du problème étudié ;
              =  0 Problème tridimensionnel.
              =  1 Calcul en déformation plane.
              =  2 Calcul en déformation axisymétrique.
              =  3 Calcul en contrainte plane.

     ITAC   : Indicateur de contact initial (ou d'ouverture initiale)
              des éléments du groupe ;
              =  1 Si  les  éléments  du  groupe  sont  initialement  en
                   contact.
              =  0 Si les éléments du groupe ne sont pas initialement
                   en  contact  (existence  d'une  ouverture  initiale,
                   comme par exemple dans le problème de Hertz).
```

06.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (adhérence) :

*** COERI (d)

COERI : Coefficient de rigidité du « matériau fictif » de contact.

*** Si INAT = 3 :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 2 (frottement de Coulomb) :

*** COERI, RT, C, PHI, PSI (d)

COERI : Coefficient de rigidité du « matériau fictif » de contact.
RT : Résistance à la traction.
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement (en degrés).
PSI : Angle de dilatance (en degrés) (en général PSI = 0.).

*** Si INAT = 3 :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 3 (glissement parfait) :

*** COERI, RT (d)

COERI : Coefficient de rigidité du « matériau fictif » de contact.
RT : Résistance à la traction.

*** Si INAT = 3 :

**** EP (d)

EP : Epaisseur de la structure.

** Si IMOD = 4 (frottement de Coulomb - algorithme alternatif) :

*** COERI, RT, C, PHI, PSI, CNV (d)

COERI : Coefficient de rigidité du « matériau fictif » de contact.

```
     RT     : Résistance à la traction.
     C      : Cohésion.
     PHI    : Angle de frottement (en degrés).
     PSI    : Angle de dilatance (en degrés) (en général PSI = 0.).
     CNV    : Coefficient de convergence (il est fortement recommandé
              de donner à ce coefficient la valeur 1. ; en 2D, on peut
              retrouver les résultats obtenus pour IMOD=2 en prenant
              CNV=0.5).

*** Si INAT = 3 :

**** EP                                                          (d)

     EP     : Epaisseur de la structure.
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 06

Famille 07

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments BBxx

07.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                  (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                              (d)
     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Elasticité linéaire ;
```

07.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD=1 : élasticité linéaire

*** YOUNG, S                                                         (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     S      : Section de la barre.

** Si IMOD=4 : élasticité linéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                             (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.

** Si IMOD=5 : élasticité linéaire + rupture fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                             (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
```

```
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=6 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + rupture
fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EPSMAX, EPSMIN, S                          (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EPSMAX : Déformation plastique maximale a la rupture (traction).
     EPSMIN : Déformation plastique maximale a la rupture (compression).
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=7 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + perte de
raideur

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EREF, S                                    (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EREF   : Module d'Young a l'etape de calcul précédente.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=14 : élasticité bilinéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, YOUNG2, EPSTS, EPSTL, EPSCS, EPSCL, S                  (d)
     YOUNG  : Module d'Young initial.
     YOUNG2 : Module d'Young initial secondaire.
     EPSTS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en traction.
     EPSTL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en traction.
     EPSCS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en compression.
     EPSCL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en compression.
     S      : Section de la barre.
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 07

Famille 08

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments BTxx

08.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)
     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Elasticité linéaire.
```

08.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD=1 : élasticité linéaire

*** YOUNG, S                                                           (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     S      : Section de la barre.

** Si IMOD=4 : élasticité linéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                               (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.
```

```
** Si IMOD=5 : élasticité linéaire + rupture fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                          (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=6 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + rupture
fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EPSMAX, EPSMIN, S                          (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EPSMAX : Déformation plastique maximale a la rupture (traction).
     EPSMIN : Déformation plastique maximale a la rupture (compression).
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=7 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + perte de
raideur

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EREF, S                                    (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EREF   : Module d'Young a l'etape de calcul précédente.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=14 : élasticité bilinéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, YOUNG2, EPSTS, EPSTL, EPSCS, EPSCL, S                  (d)
     YOUNG  : Module d'Young initial.
     YOUNG2 : Module d'Young initial secondaire.
     EPSTS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en traction.
     EPSTL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en traction.
     EPSCS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en compression.
     EPSCL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en compression.
     S      : Section de la barre.
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 08

Famille 09

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments RLxx

09.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

* NOMG, ACTI, IGCOL (d)

NOMG : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la colonne 1).

ACTI : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère entre les colonnes 41 et 80);
= A ou a si le groupe considéré est actif.
= I ou i si le groupe est inactif.

IGCOL Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** (IDL(I), I=1, N09) (d)

IDL : Numéro « local » de chacun des degrés de liberté intervenant dans la relation linéaire
(1 θ IDL(I) θ 6).

N09 : Nombre de paramètres intervenant dans la relation linéaire (égal au nombre de noeuds déclarés dans la numérotation de la relation).

09.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

** (C (I), I=1,N09) (d)

C : Coefficients de la relation linéaire.

** P (d)

P : Facteur de pénalisation servant à imposer la relation linéaire (de l'ordre de 10^5 fois la rigidité des éléments de volume auxquels appartiennent les noeuds concernés).

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 09

Famille 10

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments SPxy

10.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** MFICH                                                               (d)
     MFICH  : Indicateur du fichier sur lequel est lue la matrice
              élémentaire.
              = 0 Si lecture dans le jeu de données.
              = 1 Si lecture sur fichier.

** Si MFICH = 1 :

*** NOMF                                                               (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel est lue la matrice
              élémentaire.
```

10.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

```
** (RE(I), I=1, N10)                                    (d si MFICH = 0 ;
                                                        f si MFICH = 1 .)
```

RE : Valeur de chacun des termes de cette matrice élémentaire. Ces termes sont rangés par colonnes descendantes.

N10 : Nombre de termes de la partie inférieure de la matrice élémentaire.

$$N10 = \frac{N1 * (N1 + 1)}{2}$$

avec N1 = x * NNSP

x = nombre de degrés de liberté par noeud des éléments du groupe considéré.

NNSP = nombre de noeuds d'un élément du groupe considéré.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 10

Famille 11

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments AXxx

11.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :


** IMOD                                                                (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle des éléments du groupe ;
              =  1 Elasticité linéaire isotrope.


** NHAR, ISYM                                                          (d)

     NHAR   :Numéro d'ordre de l'harmonique considérée, si utilisation
              avec un module de calcul autre que AXIF;
              = 99 Si utilisation avec le module de calcul AXIF.

     ISYM   : Indicateur   de   symétrie   ou   d'antisymétrie   de
              l'harmonique ;
              = -1 Si antisymétrique    ( Ur sin(NHAR)θ,
                                        ( Uz sin(NHAR)θ,
                                        ( Uθ cos(NHAR)θ.
              =  0 Si NHAR = 0 .
              =  1 Si symétrique        ( Ur cos(NHAR)θ,
                                        ( Uz cos(NHAR)θ,
                                        ( Uθ sin(NHAR)θ.
                    ou utilisation avec le module de calcul AXIF.
```

11.2 Caractéristiques mécaniques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD = 1 :

*** RO, YOUNG, POISS                                                    (d)
     RO     : Masse volumique.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 11

Famille 21

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments DBxx

21.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :


** IMOD, INAT                                                          (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du
              groupe ;
              =  1 Conduction de chaleur (modules DTLI, DTNL et TEXO).
              =  2 Ecoulement en milieu poreux (modules DTLI et DTNL).
              =  3 Modèle non linéaire général ; donnée de courbes
                   point par point (module DTNL).
              =  4 Ecoulement en milieu poreux non saturé ;
                   utilisation de courbes préprogrammées (module
                   NSAT).
              = 40 Ecoulement en milieu poreux non saturé ; donnée de
                   courbes point par point (module NSAT).
              = 43 Ecoulement en milieu poreux non saturé ; modèle de
                   van Genuchten et Gardner
              = 44 Ecoulement en milieu poreux non saturé ; modèle de
                   van Genuchten et Gardner (implémentation avec
                   discrétisation point par point comme pour IMOD=40).
              =  5 Calcul de nappe aquifère (module NAPP).

     INAT   : Indicateur du type de géométrie.
              =  1 Problème plan.
              =  2 Problème axisymétrique.
```

Remarques :

Les calculs de nappe aquifère (IMOD = 5) ne sont traités qu'avec des modèles plans : donner INAT = 1 . Les données relatives à la définition des différentes couches de l'aquifère (cotes, tenseur des perméabilité) sont fournies dans le module **NAPP**.

21.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (conduction de chaleur) :

*** AKX, AKY, AKXY, CC (d)

AKX)
AKY) Coefficients du tenseur de conductivité
AKXY)

CC : Capacité calorifique.
= 0. Si calcul en régime permanent.

** Si IMOD = 2 (écoulement en milieu poreux) :

*** AKX, AKY, AKXY, CE (d)

AKX)
AKY) Coefficients du tenseur de perméabilité.
AKXY)

CE : Coefficient d'emmagasinement.
= 0. Si calcul en régime permanent.

** Si IMOD = 3 (modèle non linéaire général pour **DTNL**) :

*** AKX, AKY, AKXY, CE (d)

AKX)
AKY) Coefficients du tenseur des perméabilités ou
AKXY) des conductivités.

CE : Coefficient d'emmagasinement, quand Cr = 1.

*** NC, ((VCOURB(J, I), J = 1, 3), I = 1, NC) (d)

NC : Nombre (≥4) de triplets de valeurs définissant les courbes Kr = f(θ) et Cr = g(θ).

VCOURB : Abscisses et ordonnées de ces courbes ;
VCOURB(1, I) = valeur du paramètre θ,
VCOURB(2, I) = valeur de la conductivité relative Kr correspondante,
VCOURB(3, I) = valeur du coefficient d'emmagasinement relatif Cr(θ) correspondant.

Remarque :

Les valeurs VCOURB(1, i) doivent être décrites dans l'ordre croissant.

** Si IMOD = 4 (modèle pour **NSAT** avec courbes préprogrammées) :

*** AKXS, AKYS, AKXYS, CE (d)

AKXS)
AKYS) Coefficients du tenseur des perméabilités à
AKXYS) saturation

CE : Porosité efficace.

*** A, B, C, D, CER, CES, Po (d)

A, B : Coefficients de la loi de perméabilité relative dans le domaine non saturé :
Kr = A / (A + (-P/Po)**B), si P = pression < 0.

C, D : Coefficients de la loi de teneur en eau relative dans le domaine non saturé :
θr = C / (C + (-P/Po)**D), si P = pression < 0.

CER : Coefficient d'emmagasinement residuel dans le domaine non-saturé.

CES : Coefficient d'emmagasinement dans le domaine saturé.

Po : Pression de référence.

** Si IMOD = 40 (modèle pour **NSAT** avec courbes point par point) :

*** AKXS, AKYS, AKXYS, CE (d)

AKXS)
AKYS) Coefficient du tenseur des perméabilités à
AKXYS) saturation.

CE : Porosité efficace.

*** NC, (VCOURB (J, I), J = 1, 3), I = 1,NC) (d)

NC : Nombre (≥4) de triplets de valeurs définissant les courbes Kr = f(P),θ_r = g(P) dans le domaine non saturé (P ≤ 0).

VCOURB : Abscisses et ordonnées de ces courbes ;
VCOURB(1, I) = valeur de la pression P,
VCOURB(2, I) = valeur de la perméabilité relative Kr correspondante,
VCOURB(3, I) = valeur de la teneur en eau relative θr correspondante.

*** CES (d)

CES : Coefficient d'emmagasinement dans le domaine saturé.

Remarque : Les valeurs des pressions P(i) données dans le tableau VCOURB(1,i) doivent être négatives ou nulle (domaine non saturé). De plus, elles doivent être décrites dans l'ordre algébriquement croissant. En particulier, le dernier triplet (i = NC) doit être égal à :

P(NC) = 0. rangé dans VCOURB(1,NC)
Kr(NC) = 1. rangé dans VCOURB(2,NC)
θr(NC) = 1. rangé dans VCOURB(3,NC)

** Si IMOD = 43 ou 44 (modèle de van Genuchten et Gardner pour **NSAT)**

IMOD = 43 : utilisation directe des fonctions analytiques
IMOD = 44 : traitement avec discrétisation des fonctions de perméabilité et de saturation en courbes point par point) :

Les valeurs IMOD=43 et IMOD=44 correspondent à deux implémentations numériques des mêmes modèles de teneur en eau et de perméabilité relative. Le cas IMOD=43 correspond à un traitement analytique des équations du modèle : il peut être peu performant lorsque les paramètres retenus rendent les variations de θ et de k très abruptes. Le cas IMOD=44 repose sur l'utilisation de courbes splines (comme pour IMOD=40), et s'avère plutôt plus performant d'un point de vue numérique.

pour la teneur en eau (modèle de van Genuchten) :
si $\psi > 0$ (cas saturé) : $\theta = \theta_s$
si $\psi < 0$ (cas non saturé) : **Erreur !**
pour la perméabilité (modèle de Gardner) :
si $\psi < 0$ (cas non saturé) : **Erreur !**
avec $x = -\psi/p°$.

*** AKXS, AKYS, AKXYS, TETAS, TETAR, ALPHA, N, M, A, NN, PZERO (d)

AKXS)
AKYS) Coefficient du tenseur des perméabilités à
AKXYS) saturation.

TETAS : teneur en eau volumique a saturation

TETAR : teneur en eau volumique residuelle

ALPHA : coefficient dans la loi de saturation

N, M : exposants dans la loi de saturation

A : coefficient dans la loi de perméabilité

NN : exposant dans la loi de perméabilité

PZERO : pression de référence

** Si IMOD = 5 (modèle pour **NAPP**) :

*** Pas de données à fournir dans le module **ELEM**.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 21

Famille 22

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments DTxx

22.1 Indications générale caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
```

NOMG : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la colonne 1).

ACTI : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère entre les colonnes 41 et 80);
= A ou a si le groupe considéré est actif.
= I ou i si le groupe est inactif.

IGCOL Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

```
* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)
```

IMOD : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du groupe ;
= 1 Conduction de chaleur (modules **DTLI**, **DTNL** et **TEXO**).
= 2 Ecoulement en milieu poreux (modules **DTLI** et **DTNL**).
= 3 Modèle non linéaire général ; données de courbes point par point (module **DTNL**).
= 4 Ecoulement en milieu poreux non saturé ; utilisation de courbes préprogrammées (module **NSAT**).
= 40 Ecoulement en milieu poreux non saturé ; données de courbes point par point (module **NSAT**).

22.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD = 1 (conduction de chaleur) :

*** AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKXZ, CC                               (d)
```

AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKXZ : Coefficients du tenseur de conductivité.

CC : Capacité calorifique.
= 0. Si calcul en régime permanent.

** Si IMOD = 2 (écoulement en milieu poreux) :

*** AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKXZ, CE (d)

AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKXZ : Coefficients du tenseur des perméabilités.

CE : Coefficient d'emmagasinement.
= 0. Si calcul en régime permanent.

** Si IMOD = 3 (modèle non linéaire général pour **DTNL**) :

*** AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKZX, CE (d)

AKX, AKY, AKZ, AKXY, AKYZ, AKZX : Coefficients du teneur des conductivités ou perméabilités.

CE : Coefficient d'emmagasinement, quand $C_r = 1$.

*** NC, ((VCOURB(J,I), J = 1, 3), I = 1, NC) (d)

NC : Nombre (≥ 4) de triplets de valeurs définissant les courbes $K_r = f(\theta)$et $C_r = g(\theta)$.

VCOURB : Abscisses et ordonnées de ces courbes ;
VCOURB(1, I) = valeur du paramètre θ,
VCOURB(2, I) = valeur de la conductivité relative K_r correspondante,
VCOURB(3, I) = valeur du coefficient d'emmagasinement relatif C_r (0) correspondant.

Remarque :

Les valeurs VCOURB(1,i) doivent être décrites dans l'ordre croissant.

** Si IMOD = 4 (modèle pour **NSAT** avec courbes préprogrammées) :

*** AKXS, AKYS, AKZS, AKVYS, AKYZS, AKZXS, CE (d)

AKXS, AKYS, AKZS, AKXYS, AKYZS, AKZXS : Coefficients du tenseur des perméabilités à saturation.

CE : Porosité efficace.

*** A, B, C, D, CER, CES, Po (d)

A, B : Coefficients de la loi de perméabilité relative dans le domaine non saturé :
$K_r = A/(A + (-P/Po)^{**}B)$, si P = pression < 0.

C, D : Coefficients de la loi de teneur en eau relative dans le domaine non saturé :
$\theta_r = C/(C + (-P/Po)^{**} D)$, si P = pression < 0.

CER : Coefficient d'emmagasinement résiduel dans le domaine non saturé.
CES : Coefficient d'emmagasinement dans le domaine saturé.
Po : Pression de référence

** Si IMOD = 40 (modèle pour **NSAT** avec courbes point par point) :

*** AKXS, AKYS, AKZS, AKXYS, AKYZS, AKZXS, CE (d)

AKXS, AKYS, AKZS, AKXYS, AKYZS, AKZXS : Coefficients du tenseur de perméabilités à saturation.
CE : Porosité efficace.

*** NC, (VCOURB (J, I), J = 1, 3), I = 1,NC) (d)

NC : Nombre (≥4) de triplets de valeurs définissant les courbes Kr = f(P), θ_r = g(P) dans le domaine non saturé (P ≤ 0).

VCOURB : Abscisses et ordonnées de ces courbes ;
VCOURB(1, I) = valeur de la pression P,
VCOURB(2, I) = valeur de la perméabilité relative Kr correspondante,
VCOURB(3, I) = valeur de la teneur en eau relative r correspondante.

*** CES (d)

CES : Coefficient d'emmagasinement dans le domaine saturé.

Remarque :

Les valeurs des pressions P(i) données dans le tableau VCOURB(1,i) doivent être négatives ou nulle (domaine non saturé). De plus, elles doivent être décrites dans l'ordre algébriquement croissant. En particulier, le dernier triplet (i = NC) doit être égal à :

P(NC) = 0. rangé dans VCOURB(1,NC)
Kr(NC) = 1. rangé dans VCOURB(2,NC)
θr(NC) = 1. rangé dans VCOURB(3,NC)

** Si IMOD = 43 ou 44 (modèle de van Genuchten et Gardner pour **NSAT)**

IMOD = 43 : utilisation directe des fonctions analytiques
IMOD = 44 : traitement avec discrétisation des fonctions de perméabilité et de saturation en courbes point par point) :

Les valeurs IMOD=43 et IMOD=44 correspondent à deux implémentations numériques des mêmes modèles de teneur en eau et de perméabilité relative. Le cas IMOD=43 correspond à un traitement analytique des équations du modèle : il peut être peu performant lorsque les paramètres retenus rendent les variations de θ et de k très abruptes. Le cas IMOD=44 repose sur l'utilisation de courbes splines (comme pour IMOD=40), et s'avère plutôt plus performant d'un point de vue numérique.

pour la teneur en eau (modèle de van Genuchten) :
si $\psi > 0$ (cas saturé) : $\theta = \theta_s$
si $\psi < 0$ (cas non saturé) : **Erreur !**
pour la perméabilité (modèle de Gardner) :
si $\psi < 0$ (cas non saturé) : **Erreur !**
avec $x = -\psi/p°$.

*** AKXS, AKYS, AKZS, AKXYS, AKYZS, AKZXS, TETAS, TETAR,
ALPHA, N, M, A, NN, PZERO (d)

AKXS, AKYS, AKZS, AKXYS, AKYZS, AKZXS : Coefficients du tenseur de perméabilités à saturation.

TETAS : teneur en eau volumique a saturation

TETAR : teneur en eau volumique residuelle

ALPHA : coefficient dans la loi de saturation

N, M : exposants dans la loi de saturation

A : coefficient dans la loi de perméabilité

NN : exposant dans la loi de perméabilité

PZERO : pression de référence

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 22

Famille 23

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments EBxx

23.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
```

NOMG : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la colonne 1).

ACTI : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère entre les colonnes 41 et 80);
= A ou a si le groupe considéré est actif.
= I ou i si le groupe est inactif.

IGCOL Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

```
* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD, INAT                                                          (d)
```

IMOD : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du groupe ;
= 1 Conduction de chaleur (modules **DTLI**, **DTNL** et **TEXO**).
= 2 Ecoulement en milieu poreux (modules **DTLI** et **DTNL**).
= 3 Modèle non linéaire général (module **DTNL**).

INAT : Indicateur du type de géométrie ;
= 1 Problème plan.
= 2 Problème axisymétrique.

23.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe

```
** Si IMOD = 1 ou 2 (conduction de chaleur
                     ou écoulement en milieu poreux) :

*** ECH                                                               (d)
```

ECH : Coefficient d'échange.

* Si IMOD = 3 (modèle non linéaire général pour **DTNL**) : (d)

** ECH (d)

ECH : Coefficient d'échange, quand $h_r = 1$.

** NC, (VECH (J,I), J = 1,2), I = 1,NC) (d)

NC : Nombre (≥2) de couples de valeurs définissant la courbe $h_r = f(\theta)$.

VECH : Abscisses et ordonnées de la courbe $h_r = f(\theta)$
VECH(1,I) = valeur du paramètre θ.
VECH(2,I) = valeur du coefficient d'échange relatif h_r correspondant.

Remarque :

Les valeurs VECH(1, i) doivent être décrites dans l'ordre croissant.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 23.

Famille 24

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments ETxx

24.1 Indications générales caractérisant le groupe

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :


** IMOD                                                                (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle matériel  des éléments du
              groupe.
              =  1 Conduction de chaleur (modules DTLI, DTNL et TEXO).
              =  2 Ecoulement en milieu poreux (modules DTLI et DTNL).
              =  3 Modèle non linéaire général (module DTNL).
```

24.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD = 1 ou 2 (conduction de chaleur
                     ou écoulement en milieu poreux) :

** ECH                                                                 (d)

     ECH    : Coefficient d'échange.
```

* Si IMOD = 3 (modèle non linéaire général pour **DTNL**) : (d)

** ECH (d)

ECH : Coefficient d'échange, quand $h_r = 1$.

** NC, (VECH (J,I), J = 1,2), I = 1,NC) (d)

NC : Nombre (≥2) de couples de valeurs définissant la courbe $h_r = f(\theta)$.

VECH : Abscisses et ordonnées de la courbe $h_r = f(\theta)$
VECH(1,I) = valeur du paramètre θ.
VECH(2,I) = valeur du coefficient d'échange relatif h_r correspondant.

Remarque :

Les valeurs VECH(1, i) doivent être décrites dans l'ordre croissant.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 24

Famille 25

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments SBxx

25.1 Indications générales caractérisant le groupe

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :


** IMOD, INAT                                                          (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du
              groupe ;
              =  1 Si le groupe d'éléments n'est pas traversé par la
                   surface libre. Attention : être sûr de cette
                   condition !
              =  2 Sinon.

     INAT   : Indicateur du type de géométrie ;
              =  1 Calcul plan.
              =  2 Calcul axisymétrique (disponible avec les éléments
                   SBT3 uniquement).
```

25.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif

```
** AKXS, AKYS, AKXYS                                                   (d)

     AKXS   )
     AKYS   } Coefficients du tenseur des perméabilités à saturation.
     AKXYS  )
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 25

Famille 41

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments CBxx

41.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD, INAT                                                          (d)
     IMOD   : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du
              groupe ;
              =  1 Consolidation avec élasticité isotrope.
              =  2 Consolidation avec élasticité anisotrope.
              =  3 Consolidation non couplé, avec élasticité isotrope.
              Nota : Tous ces modèles sont susceptibles d'être
                   hydrauliquement anisotropes.
     INAT   : Indicateur du type de géométrie ;
              = 1 Déformation plane.
              = 2 Déformation axisymétrique.
```

41.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD = 1 ou 3 (consolidation couplé ou non, avec élasticité
isotrope):

*** RO, YOUNG, POISS, ROW, POR, CW, AKXS, AKYS, AKXYS                  (d)
     RO     : Poids volumique du milieu poreux.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     ROW    : Poids volumique du fluide interstitiel.
     POR    : Porosité du matériau.
```

```
     CW     : Compressibilité du fluide interstitiel.
     AKXS   )
     AKYS   } Coefficients du tenseur des perméabilités à saturation.
     AKXYS  )
```

** Si IMOD = 2 (consolidation avec élasticité anisotrope):

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, ROW, POR, CW,

AKXS, AKYS, AKXYS (d)

```
     RO     : Poids volumique du milieu poreux.
     E1, E2 : Modules d'Young respectivement dans les directions 1
              et 2.
     P1, P2 : Coefficients de Poisson respectivement dans les
              directions 1 et 2.
     G2     : Module de cisaillement.
     TETA   : Angle entre l'axe OX et la direction d'orthotropie.
     ROW    : Poids volumique du fluide interstitiel.
     POR    : Porosité du matériau.
     CW     : Compressibilité du fluide interstitiel.
     AKXS   )
     AKYS   } Coefficients du tenseur des perméabilités à saturation.
     AKXYS  )
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 41

Famille 42

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments CTxx

42.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle matériel des éléments du
              groupe
              =  1 Consolidation, avec élasticité isotrope.
              Nota : Ce modèle est susceptible d'être hydrauliquement
                   anisotrope.
```

42.2 Caractéristiques physiques des éléments du groupe actif

```
** Si IMOD = 1 :

*** RO, YOUNG, POISS, ROW, POR, CW,
    AKXS, AKYS, AKZS,AKXYS, AKYZS, AKZXS                               (d)

     RO     : Poids volumique du milieu poreux.
     YOUNG  : Module d'Young.
     POISS  : Coefficient de Poisson.
     ROW    : Poids volumique du fluide interstitiel.
     POR    : Porosité du matériau.
     CW     : Compressibilité du fluide interstitiel.
     AKXS   )
     AKYS   )
     AKZS   ) Coefficients du tenseur des perméabilités à saturation.
     AKXYS  )
     AKYZS  )
     AKZXS  )
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 42

Famille 45

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments OBxx

45.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)

     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).

     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.

     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.


* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.


* Si le groupe est actif :

** IMOD, INAT                                                          (d)

     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe.
              =  1 Thermo-poro-élasticité linéaire isotrope.
              =  2 Thermo-poro-élasticité linéaire orthotrope de
                   révolution.
              de 10 à 50 : Thermo-poro-élastoplasticité et hypothèse
                   d'un tenseur des contraintes effectives plastiques
                   σ+βp1 où β est un scalaire.
                   = 10 Mohr-Coulomb.
                   = 11 Von Mises sans écrouissage.
                   = 12 Von Mises avec écrouissage.
                   = 13 Drucker-Prager sans écrouissage.
                   = 14 Drucker-Prager avec écrouissage.
                   = 15 Critère parabolique.
                   = 16 Vermeer.
                   = 17 Nova.
                   = 18 Cam Clay modifié.
                   = 19 Prévost et Hoeg.
                   = 20 Critère orienté.

     INAT   : Nature du problème étudié.
              =  1 Déformation plane.
              =  2 Déformation axisymétrique.
```

45.2 Caratéristiques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (Thermo-poro-élasticité linéaire isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS, ROF, PHI, M, Kx, Ky, Kxy b, Ce0, kx, ky, kxy, a0, 3*Am, T0 (d)

RO : Masse volumique.
YOUNG : Module d'Young drainé.
POISS : Coefficient de Poisson drainé.
ROF : Masse volumique du fluide.
PHI : Porosité.
M : Module d'incompressibilité de Biot.
Kx : Coefficient de perméabilité suivant Ox.
Ky : Coefficient de perméabilité suivant Oy.
Kxy : Coefficient de perméabilité suivant Oxy.
b : Coefficient de Biot.
Ce0 : Chaleur volumique à déformations constantes drainées
kx : Coefficient de conductivité thermique suivant Ox.
ky : Coefficient de conductivité thermique suivant Oy.
kxy : Coefficient de conductivité thermique suivant Oxy.
a0 : Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau.
3*Am : Coefficient de dilatation à déformation volumique nulle en condition drainée.
T0 : Température de référence.

** Si IMOD = 2 (Thermo-poro-élasticité linéaire orthotrope de révolution) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, ROF, PHI, M, Kx, Ky, Kxy, b1, b2, Ce0, kx, ky, kxy, a01, a02, 3*Am, T0 (d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young drainé dans la direction 1.
E2 : Module d'Young drainé dans la direction 2.
P1 : Coef. de Poisson drainé dans la direction 1.
P2 : Coef. de Poisson drainé dans la direction 2.
G2 : Module de cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe Ox et la direction 1.
ROF : Masse volumique du fluide.
PHI : Porosité.
M : Module d'incompressibilité de Biot.
Kx : Coefficient de perméabilité suivant Ox.
Ky : Coefficient de perméabilité suivant Oy.
Kxy : Coefficient de perméabilité suivant Oxy.
b1 : Coefficient de Biot dans la direction 1.
b2 : Coefficient de Biot dans la direction 2.
Ce0 : Chaleur volumique à déformations constantes drainées.
kx : Coefficient de conductivité thermique suivant Ox.
ky : Coefficient de conductivité thermique suivant Oy.
kxy : Coefficient de conductivité thermique suivant Oxy.
a01 : Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau dans la direction 1.
a02 : Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau dans la direction 2.
3*Am : Coefficient de dilatation à déformation volumique nulle en condition drainée.
T0 : Température de référence.

** Si IMOD = 10 (Mohr-Coulomb) :

*** (V(I),I=1,17), C, PHI, PSI, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

*** (V(I),I=1,17), K, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
K : Résistance en cisaillement simple.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques σ+βp1.

** Si IMOD = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

*** (V(I),I=1,17), K, H, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
K : Résistance en cisaillement simple.
H : Pente de la droite d'essai uniaxial.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques σ+βp1.

** Si IMOD = 13 (Drucker-Prager sans écrouissage) :

*** (V(I),I=1,17), C, PHI, PSI, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques σ+βp1.

** Si IMOD = 14 (Drucker-Prager avec écrouissage) :

*** (V(I),I=1,17), C, PHI, PSI, XHI, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
XHI : Paramètre d'écrouissage.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques σ+βp1.

** Si IMOD = 15 (Critère parabolique) :

*** (V(I),I=1,17), RC, RT, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
RC : Résistance en compression simple.
RT : Résistance en traction simple.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 16 (Vermeer) :

*** (V(I),I=1,17), EPS0, PHICV, PHIP, B0, EPSC0, P0, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
EPS0 : Déformation volumique élastique initiale.
PHICV : Angle de frottement à l'état critique.
PHIP : Angle de frottement au pic.
B0 : Paramètre du modèle.
EPSC0 : Paramètre du modèle.
P0 : Pression de référence.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 17 (Nova) :

*** (V(I),I=1,17), B0, L0, M, L, D, MM, MU, PCO, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
B0 : Pente initiale de déchargement.
L0 : Pente initiale contrainte-déformation.
M : Paramètre du modèle.
L : Paramètre du modèle.
D : Paramètre du modèle.
MM : Pente de la droite Q/P.
MU : Paramètre du modèle.
PCO : Paramètre définissant la surface de charge initiale.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 18 (Cam Clay modifié) :

*** (V(I),I=1,17), ALOE, AKOE, AMC, OED, PCO, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
ALOE : Pente de la courbe de consolidation vierge.
AKOE : Pente des courbes charge-décharge.
AMC : Pente de la courbe d'état critique.
OED : Indice des vides initial.
PCO : Pression de préconsolidation initiale.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 19 (Prévost et Hoeg) :

*** (V(I),I=1,17), A0, B0, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
A0 : Paramètre du modèle.
B0 : Paramètre du modèle.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 20 (Critère orienté) :

*** (V(I),I=1,17), C, PHI, PSI, ALPHA, BETA (d)

V : Tableaux des 16 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
ALPHA : Angle par rapport à l'axe Ox.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 45

Famille 46

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments 0Txx

46.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :

** IMOD                                                                (d)
     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe.
              =  1 Thermo-poro-élasticité linéaire isotrope.
              =    2  Thermo-poro-élasticité  linéaire  orthotrope  de
                   révolution.
              de 10 à 50 : Thermo-poro-élastoplasticité et hypothèse
                   d'un tenseur des contraintes effectives plastiques
                   σ+βp1 où β est un scalaire.
                   = 11 Von Mises sans écrouissage.
                   = 12 Von Mises avec écrouissage.
                   = 13 Drucker-Prager sans écrouissage.
                   = 14 Drucker-Prager avec écrouissage.
                   = 15 Critère parabolique.
                   = 16 Vermeer.
                   = 17 Nova.
                   = 18 Cam Clay modifié.
                   = 19 Prévost et Hoeg.
                   = 41 Critère orienté.
```

46.2 Caratéristiques des éléments du groupe actif

** Si IMOD = 1 (Thermo-poro-élasticité linéaire isotrope) :

*** RO, YOUNG, POISS,
ROF, PHI,
M, Kx, Ky, Kz, Kxy, Kyz, Kxz, b,
Ce0, kx, ky, kz, kxy, kyz, kxz, a0,
3*Am, T0 (d)

RO	:	Masse volumique.
YOUNG	:	Module d'Young drainé.
POISS	:	Coefficient de Poisson drainé.
ROF	:	Masse volumique du fluide.
PHI	:	Porosité.
M	:	Module d'incompressibilité (M) de Biot.
Kx	:	Coefficient de perméabilité suivant Ox.
Ky	:	Coefficient de perméabilité suivant Oy
Kz	:	Coefficient de perméabilité suivant Oz.
Kxy	:	Coefficient de perméabilité suivant Oxy.
Kyz	:	Coefficient de perméabilité suivant Oyz.
Kxz	:	Coefficient de perméabilité suivant Oxz.
b	:	Coefficient de Biot.
Ce0	:	Chaleur volumique à déformations constantes drainées.
kx	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Ox.
ky	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Oy.
kz	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Oz.
kxy	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Oxy.
kyz	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Oyz.
kxz	:	Coefficient de conductivité thermique suivant Oxz.
a0	:	Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau.
3*Am	:	Coefficient de dilatation à déformation volumique nulle en condition drainée.
T0	:	Température de référence.

** Si IMOD = 2 (Thermo-poro-élasticité linéaire orthotrope de révolution) :

*** RO, E1, E2, P1, P2, G2, TETA, PSI, ROF, PHI, M, Kx, Ky, Kz, Kxy, Kyz, Kxz, b1, b2, Ce0, kx, ky, kz, kxy, kyz, kxz, a01, a02, 3*Am, T0
(d)

RO : Masse volumique.
E1 : Module d'Young drainé dans la direction 1.
E2 : Module d'Young drainé dans la direction 2.
P1 : Coef. de Poisson drainé dans la direction 1.
P2 : Coef. de Poisson drainé dans la direction 2.
G2 : Module de cisaillement.
TETA : Angle entre l'axe Ox et l'axe Ox'.
PSI : Angle entre l'axe Ox' et la direction 1.
ROF : Masse volumique du fluide.
PHI : Porosité.
M : Module d'incompressibilité de Biot.
Kx : Coefficient de perméabilité suivant Ox.
Ky : Coefficient de perméabilité suivant Oy.
Kz : Coefficient de perméabilité suivant Oz.
Kxy : Coefficient de perméabilité suivant Oxy.
Kyz : Coefficient de perméabilité suivant Oyz.
Kxz : Coefficient de perméabilité suivant Oxz.
b1 : Coefficient de Biot dans la direction 1.
b2 : Coefficient de Biot dans la direction 2.
Ce0 : Chaleur volumique à déformations constantes drainées.
kx : Coefficient de conductivité thermique suivant Ox.
ky : Coefficient de conductivité thermique suivant Oy.
kz : Coefficient de conductivité thermique suivant Oz.
kxy : Coefficient de conductivité thermique suivant Oxy.
kyz : Coefficient de conductivité thermique suivant Oyz.
kxz : Coefficient de conductivité thermique suivant Oxz.
a01 : Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau dans la direction 1.
a02 : Coefficient thermoélastique de compressibilité à déformation volumique nulle et en condition drainée du matériau dans la direction 2.
3*Am : Coefficient de dilatation à déformation volumique nulle en condition drainée.
T0 : Température de référence.

** Si IMOD = 11 (Von Mises sans écrouissage) :

*** (V(I),I=1,23), K, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
K : Résistance en cisaillement simple.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 12 (Von Mises avec écrouissage) :

*** (V(I),I=1,23), K, H, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD = 1).
K : Résistance en cisaillement simple.
H : Pente de la droite d'essai uniaxial.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 13 (Drucker-Prager sans écrouissage) :

*** (V(I),I=1,23), C, PHI, PSI, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir MOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 14 (Drucker-Prager avec écrouissage) :

*** (V(I),I=1,23), C, PHI, PSI, XHI, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
XHI : Paramètre d'écrouissage.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 15 (Critère parabolique) :

*** (V(I),I=1,23), RC, RT, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
RC : Résistance en compression simple.
RT : Résistance en traction simple.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 16 (Vermeer) :

*** (V(I),I=1,23),

EPS0, PHICV, PHIP, B0, EPSC0, P0, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermoporoélastiques isotropes (voir IMOD=1).
EPS0 : Déformation volumique élastique initiale.
PHICV : Angle de frottement à l'état critique.
PHIP : Angle de frottement au pic.
B0 : Paramètre du modèle.
EPSC0 : Paramètre du modèle.
P0 : Pression de référence.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 17 (Nova) :

*** (V(I),I=1,23),
B0, L0, M, L, D, MM, MU, PCO, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
B0 : Pente initiale de déchargement.
L0 : Pente initiale contrainte-déformation.
M : Paramètre du modèle.
L : Paramètre du modèle.
D : Paramètre du modèle.
MM : Pente de la droite Q/P.
MU : Paramètre du modèle.
PCO : Paramètre définissant la surface de charge initiale.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 18 (Cam Clay modifié) :

*** (V(I),I=1,23),
ALOE, AKOE, AMC, OED, PCO, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
ALOE : Pente de la courbe de consolidation vierge.
AKOE : Pente des courbes charge-décharge.
AMC : Pente de la courbe d'état critique.
OED : Indice des vides initial.
PCO : Pression de préconsolidation initiale.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 19 (Prévost et Hoeg) :

*** (V(I),I=1,23), A0, B0, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
A0 : Paramètre du modèle.
B0 : Paramètre du modèle.
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

** Si IMOD = 41 (Critère orienté) :

*** (V(I),I=1,23), C, PHI, PSI, U1, U2, U3, BETA (d)

V : Tableaux des 22 caractéristiques thermo-poro-élastiques isotropes (voir IMOD=1).
C : Cohésion.
PHI : Angle de frottement interne (critère).
PSI : Angle de dilatance (potentiel plastique).
U1,U2,U3: Coordonnées du vecteur u normal au plan de discontinuité, dans le repère Ox, Oy, Oz du maillage (directions 1, 2 et 3).
BETA : Coefficient du tenseur des contraintes effectives plastiques $\sigma+\beta p1$.

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 46

Famille 435

Donnée des caractéristiques d'un groupe d'éléments KRdn

435.1 Indications générales caractérisant le groupe d'éléments

```
* NOMG, ACTI, IGCOL                                                    (d)
     NOMG   : Nom du groupe considéré (40 caractères à partir de la
              colonne 1).
     ACTI   : Indicateur d'activité du groupe considéré (un caractère
              entre les colonnes 41 et 80);
              = A ou a si le groupe considéré est actif.
              = I ou i si le groupe est inactif.
     IGCOL  Indicateur de couleur affectée au groupe considéré.

* Si le groupe est inactif, fin des données du groupe.

* Si le groupe est actif :
```

07.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif décrivant le comportement de la barre

```
** IMOD                                                               (d)
     IMOD   : Indicateur du type de modèle mécanique utilisé pour les
              éléments du groupe ;
              =  1 Elasticité linéaire ;
              =  4 Elasticité linéaire + plasticité parfaite ;
              =  5 Elasticité linéaire + rupture fragile ;
              =  6 Elasticité linéaire + plasticité parfaite + rupture
                   fragile ;
              =  7 Elasticité linéaire + plasticité parfaite + perte
                   de raideur;
              = 14 Elasticité bilinéaire + plasticité parfaite ;

** Si IMOD=1 : élasticité linéaire

*** YOUNG, S                                                           (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     S      : Section de la barre.

** Si IMOD=4 : élasticité linéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                               (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
```

```
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=5 : élasticité linéaire + rupture fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, S                                          (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=6 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + rupture
fragile

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EPSMAX, EPSMIN, S                          (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EPSMAX : Déformation plastique maximale a la rupture (traction).
     EPSMIN : Déformation plastique maximale a la rupture (compression).
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=7 : élasticité linéaire + plasticité parfaite + perte de
raideur

*** YOUNG, FMAX, FMIN, EREF, S                                    (d)
     YOUNG  : Module d'Young.
     FMAX   : Valeur limite de l'effort normal en traction.
     FMIN   : Valeur limite de l'effort normal en compression.
     EREF   : Module d'Young a l'etape de calcul précédente.
     S      : Section de la barre.


** Si IMOD=14 : élasticité bilinéaire + plasticité parfaite

*** YOUNG, YOUNG2, EPSTS, EPSTL, EPSCS, EPSCL, S                  (d)
     YOUNG  : Module d'Young initial.
     YOUNG2 : Module d'Young initial secondaire.
     EPSTS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en traction.
     EPSTL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en traction.
     EPSCS  : Déformation seuil définissant la transition entre les
              deux valeurs du module en compression.
     EPSCL  : Déformation pour laquelle on atteint le régime plastique
              en compression.
     S      : Section de la barre.
```

435.2 Caractéristiques des éléments du groupe actif décrivant l'interaction entre la barre et le milieu qui l'environne

```
** ICINT                                                          (d)

     ICINT : Indicateur du modèle mécanique utilisé pour l’interaction
              entre la barre et le milieu qui l’entoure ;
              = 1 : élasticité linéaire ;
              = 4 : élasticité linéaire + plasticité parfaite


** Si ICINT = 1 (élasticité linéaire)

*** CI
     CI : coefficient d’interaction


** Si ICINT = 4 (élasticité linéaire + plasticité parfaite)

*** CI, IMAX
     CI : coefficient d’interaction
     IMAX : Valeur maximale de la force linéique d interaction
```

Fin des données du groupe d'éléments de la famille 435

Fin des données du module ELEM.

Module COND

Définition des conditions aux limites sur l'inconnue principale.
(CONDitions aux limites**)**

DONNÉES DU MODULE COND

1 - Lignes d'en-tête

```
* COND                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)
```

```
     M      : Indice d'impression.
              =  0 Aucune impression.
              =  1 Impression de :
                   - nombre de degrés de liberté total ;
                   - nombre de conditions aux limites nulles;
                   - nombre de conditions aux limites non nulles ;
                   - nombre de conditions aux limites total ;
                   - nombre d'équations.
              =  2 Impression de M=1, plus :
                   - conditions aux limites sur l'inconnue principale.
```

2 - Donnée des conditions aux limites

L'introduction des données définissant les conditions aux limites est structurée en options annoncées chacune par l'un des mots-clé de trois lettres suivants :

DDL : Définition par numéro d'équation des degrés de liberté imposés.

IMP : Définition par noeud des degrés de liberté dont la valeur est imposée non nulle.

NUL : Définition par noeud des degrés de liberté dont la valeur est imposée nulle.

REP : Définition des changements de repères.

Option DDL

Définition par numéro d'équation des degrés de liberté imposés.

EXPLICATIONS

L'option **DDL** est d'un usage peu fréquent. Elle permet principalement de réutiliser des données préparées avec CESAR-LCPC version 2 .

DONNÉES DE L'OPTION DDL

```
* NCLT, NCLNN, NCR                                                    (d)
     NCLT   : Nombre de conditions aux limites total.
     NCLNN  : Nombre de conditions aux limites non nulles.
     NCR    : Nombre de changements de repères.

* Si NCLT <> 0, donnée de :

** (NEQ (I), I = 1, NCLT)                                             (d)
     NEQ    : Numéro d'équation de chaque degré de liberté dont on
              impose la valeur.

** (UIMP(I), I = 1, NCLT)                                             (d)
     UIMP   : Valeur de tous les degrés de liberté pour lesquels on a
              imposé des conditions aux limites.

* Si NCR <> 0, donnée de :

** (KCR(I), I = 1,NCR)                                                (d)
     KCR    : Numéros des noeuds pour lesquels on effectue un
              changement de repère.

** ((ANG(I,J), I = 1, NCR), J = 1, K)                                 (d)
     ANG    : Angles en degrés décimaux permettant de définir les
              changements de repère.
     K      : = 1 Si problème bidimensionnel.
              = 2 Si problème tridimensionnel.
```

Fin des données de l'option DDL

Option IMP

Définition par nœud des degrés de liberté dont la valeur est imposée non nulle

EXPLICATIONS

L'option **IMP** permet d'imposer des degrés de liberté à des valeurs non nulles.
Les données se présentent comme suit :

a) Définition d'un ensemble de NP numéros de nœuds pour lesquels on impose au degré de liberté numéro IL d'avoir une valeur non nulle.

b) Donnée de IL (Ex. : IL = 3 si l'on veut imposer une valeur non nulle au degré de liberté numéro 3 des nœuds précédemment définis).

c) Donnée des valeurs du degré de liberté numéro IL pour les NP nœuds précédemment définis.

d) Retour en a) si l'on veut effectuer d'autres générations.

Remarque :

On ne peut traiter qu'un seul type de degré de liberté à la fois par passage en A) .

DONNÉES DE L'OPTION IMP

```
*A)

** IGEN                                                          (d)

     IGEN   : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour
              la génération d'un ensemble de numéros de noeuds ;
              = 1 Si les numéros sont définis par la donnée de ID,
                  IF, IPAS.
                  ID   : Premier numéro à générer.
                  IF   : Dernier numéro à générer.
                  IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
              = 2 Si les numéros sont définis par la donnée de NP,
                  (NUM(I), I=1,NP)
                  NP   : Nombre de numéros de noeuds à définir.
                  NUM  : Liste de ces NP numéros.


** Si IGEN = 1, donnée de :

*** ID, IF, IPAS                                                 (d)


** Si IGEN = 2, donnée de :

*** NP, (NUM(I), I=1,NP)                                         (d)
```

```
** IL                                                              (d)

     IL      : Numéro du degré de liberté des noeuds de l'ensemble
               précédemment défini pour lesquels on impose une valeur
               non nulle.


** (UIMP(I), I=1,NP)                                               (d)

     UIMP(I): Valeur du degré de liberté numéro IL du Iième noeud de
               l'ensemble précédemment généré.

     NP      : Nombre de noeuds précédemment générés.


* Retour en A, si l'on veut effectuer d'autres générations.


* Terminer la séquence par un 0 .
```

Fin des données de l'option IMP

Option NUL

Définition par nœud des degrés de liberté dont la valeur est imposée nulle

EXPLICATIONS

L'option **NUL** permet d'imposer des degrés de liberté à une valeur nulle.

Les données se présentent comme suit :

a) Définition d'un ensemble de numéros de nœuds ayant le même type de conditions aux limites (Exemple : nœuds ayant les degrés de liberté numéro 1 et 3 imposés nuls).

b) Définition pour l'ensemble de nœuds précédemment défini des degrés de liberté imposés à zéro par la donnée d'un vecteur IDL.

c) Retour en a) si l'on veut générer d'autres conditions aux limites.

DONNÉES DE L'OPTION NUL

```
*A)

** IGEN                                                          (d)
     IGEN   : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour
              la génération d'un ensemble de numéros de noeuds ;
              = 1 Si les numéros sont définis par la donnée de ID,
                  IF, IPAS.
                  ID   : Premier numéro à générer.
                  IF   : Dernier numéro à générer.
                  IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
              = 2 Si les numéros sont définis par la donnée de NP,
                  (NUM(I), I = 1, NP)
                  NP   : Nombre de numéros de noeuds à définir.
                  NUM  : Liste de ces NP numéros.


**  Si IGEN = 1, donnée de :

*** ID, IF, IPAS                                                  (d)


**  Si IGEN = 2, donnée de :

*** NP, (NUM(I), I = 1, NP)                                       (d)
```

** (IDL(I), I = 1, NDLN) (d)

IDL : Vecteur permettant de définir les degrés de liberté que l'on veut imposer nuls pour l'ensemble de noeuds précédemment défini.
IDL(I) = 1 si le degré de liberté numéro I de tous les noeuds précédemment définis est imposé nul.
IDL(I) = 0 si le degré de liberté numéro I reste libre.

NDLN : Nombre maximum de degrés de liberté par noeud (fixé par les types de familles d’éléments présentes dans le maillage).

* Retour en A), si l'on veut générer d'autres conditions aux limites.

* Terminer la séquence par un 0.

Fin des données de l'option NUL

Option REP

Définition des changements de repère

EXPLICATIONS

Voir l'exemple de mise en données fourni ci-après.

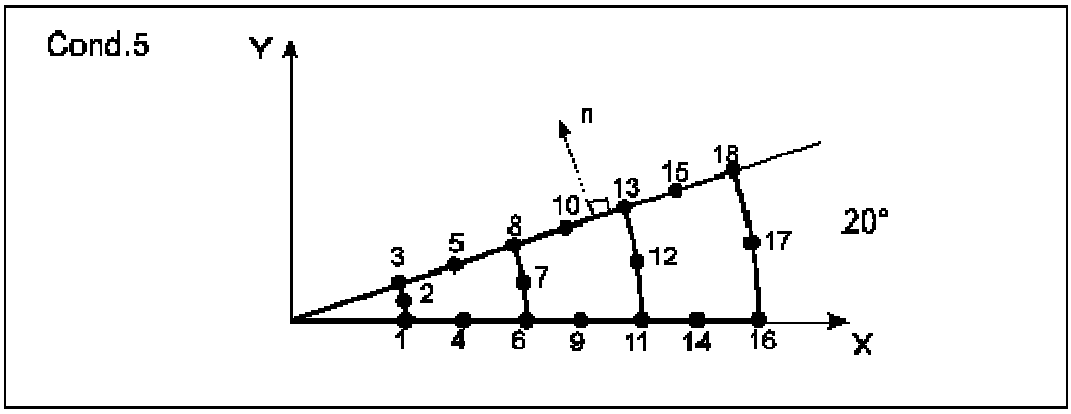
DONNÉES DE L'OPTION REP

```
* REP                                                          (mot-clé)

* NCR                                                            (d)

     NCR    : Nombre de changements de repère.

* (KCR(I), I=1, NCR)                                            (d)

     KCR    : Numéros des noeuds pour lesquels on désire effectuer un
              changement de repère.


* Si problème bidimensionnel :

** NR                                                           (d)

     NR     : Nombre d'angles différents permettant de définir les NCR
              changements de repère.

** (A(I), I = 1, NR)                                           (d)

     A      : Angles en degrés décimaux permettant de définir les
              changements de repère.


* Si problème tridimensionnel :

** NR                                                           (d)

     NR     : Nombre de couples d'angles permettant de définir les NCR
              changements de repère.

** (A(I), I=1, NR), (B(I), I=1, NR)                             (d)

     A,B    : Angles en degrés décimaux permettant de définir les
              changements de repère.

* (JCR(I), I=1, NCR)                                            (d)

     JCR(I) : Numéro de l'angle ou du couple d'angles définissant le
              changement de repère au noeud KCR(I).
```

Fin des données de l'option REP

Exemple COND. 1 : données du module **COND**

Les déplacements dans la direction n sont nuls.



Les données du module **COND** peuvent être pour le cas de figure ci-dessus :

```
COND                                                  Mot-clé du module
2                                                     M
REP                                                   Mot-clé de l'option
7                                                     NCR
3, 5, 8, 10, 13, 15, 18                               KCR
1                                                     NR
20.                                                   A
7*1                                                   JCR
NUL                                                   Mot-clé de l'option
2                                                     IGEN
14                                                    NP
1, 4, 6, 9, 11, 14, 16, 3, 5, 8, 10, 13, 15, 18       NUM
0, 1                                                  IDL
```

Fin des données du module COND.

Module CHAR

Définition des chargements. (CHARgements)

EXPLICATIONS

1 – Structures des donnees

Chaque appel au module **CHAR** définit un cas de chargement. Un cas de chargement peut être lui-même constitué de la superposition de plusieurs options de chargements, par exemple une pression uniforme et le poids volumique. Ainsi, la structure du jeu de données ci-dessous définit deux cas de chargement, constitués chacun d'eux de deux options de chargement :

```
CHAR  ⎫
  '   ⎪
POI    ⎫ Option de chargement ⎪
  '    ⎪ de poids volumique   ⎪   Données du 1er cas de chargement.
  '    ⎭     ⎪
PUR    ⎫ Option de chargement ⎪
  '    ⎪ de pression     ⎪
  '    ⎪ uniformément    ⎪
  '    ⎭ répartie  ⎭

CHAR  ⎫
SIG    ⎫ Option de chargement ⎪
  '    ⎪ de contraintes       ⎪   Données du 2e cas de chargement.
  '    ⎭     ⎪
SOL    ⎫ Option de chargement ⎪
  '    ⎪ de sollicitations    ⎪
  '    ⎪ nodales   ⎪
  '    ⎭     ⎭
```

La liste complète des options de chargement est fournie plus loin, au début du paragraphe "DONNÉES DU MODULE CHAR".

2 - Chargements avec le module AXIF

Pour la définition des chargements utilisés dans un calcul avec **AXIF**, consulter également le livret du Didacticiel consacré à ce module.

3 - Chargements avec les modules de couplage : CSLI, MPLI et MPNL

Les problèmes de consolidation des sols sont traités par les familles 41 et 42 associées au module **CSLI**. Les problèmes de thermo-mécanique des milieux poreux sont traités par les familles 45 et 46 associées aux modules **MPLI** et **MPNL**. Dans les deux cas, il s'agit de problèmes de couplage entre mécanique et diffusion.
Pour la partie « mécanique » du chargement, toutes les options de chargement en mécanique peuvent être utilisées, à l'exception des options **ONU** et **OUR** réservées à la famille 11.

Pour la partie « diffusion » du chargement, les options de chargement **FNU**, **FUR** et **SOL** peuvent être utilisées avec **CSLI**, les options **FNU**, **FNS**, **FUR**, **FUS** et **SOL** avec **MPLI** et **MPNL**.

DONNÉES DU MODULE CHAR

1 - Lignes d'en-tête

```
* CHAR                                                    (Mot-clé)

* M                                                          (d)
```

M : Indice d'impression.
- = 0 Aucune impression.
- = 1 Impression des options de chargement utilisés.
- = 2 Impression de M = 1 et des types de génération utilisées pour définir les options de chargement.
- = 3 Impression de M = 2 et du vecteur global de sollicitation obtenu après passage dans ce module.
- = 4 Impression de M = 3 et des forces nodales élémentaires correspondant aux chargements dépendant des éléments.

2 - Lecture des options de chargement

Les données définissant un cas de chargement sont structurées en options. Chaque option est activée par un mot-clé de trois lettres.
Les options sont tout d'abord présentées ci-dessous en suivant le domaine d'application de la famille d'éléments finis utilisée (mécanique, diffusion ou couplage mécanique-diffusion), ce qui peut amener certaines répétitions. Les données des options sont ensuite détaillées plus loin en suivant leur ordre alphabétique.

Mécanique :

CNU : Cisaillement non uniforme.

CUR : Cisaillement uniformément réparti.

EFD : Chargement d'effet différé dans les éléments de massif.

EXC : Forces de déconfinement pour éléments de massif (alternative à LAM).

FOS : Forces de surface quelconques.

LAM : Forces de déconfinement pour éléments de massif.

ONU : Cisaillement orthoradial non uniforme.

OUR : Cisaillement orthoradial uniformément réparti.

PHS : Pression hydrostatique.

PNU : Pression non uniformément répartie.

POI : Poids volumique.

PUR : Pression uniformément répartie.

SIG : Initialisation des contraintes et/ou prise en compte de l'effet des contraintes initiales.

SOL : Sollicitations nodales.

WTB : Prise en compte de l'effet des mouvements de la nappe sur la déformation d'une couche de sol.

Diffusion :

DVU : Débit volumique uniforme par groupe d'éléments.

ECH : Flux associé à une condition d'échange linéaire.

FNU : Flux non uniforme.

FUR : Flux uniformément réparti.

SOL : Sollicitations nodales.

Couplage mécanique - diffusion :

CNU : Cisaillement non uniforme (partie mécanique).

CUR : Cisaillement uniformément réparti (partie mécanique).

EFD : Chargement d'effet différé (partie mécanique)

FNS : Flux non uniforme secondaire (partie diffusion thermique).

FNU : Flux non uniforme primaire (partie diffusion hydraulique).

FOS : Forces de surface quelconques (partie mécanique).

FUR : Flux uniformément réparti primaire (partie diffusion hydraulique).

FUS : Flux uniformément réparti secondaire (partie diffusion thermique).

LAM : Forces de déconfinement pour éléments de massif (partie mécanique).

PHS : Pression hydrostatique (partie mécanique).

PNU : Pression non uniformément répartie (partie mécanique).

POI : Poids volumique (partie mécanique).

PUR : Pression uniformément répartie (partie mécanique).

SIG : Initialisation des contraintes et/ou prise en compte de l'effet des contraintes initiales (partie mécanique).

SOL : Sollicitations nodales (parties mécanique et diffusion).

Option CNU

Cisaillement non uniforme

EXPLICATION :

L'option de chargement **CNU** est réservée aux modèles bidimensionnels (maillage 2D) en mécanique.

DONNEES :

```
* CNU                                                        (Mot-clé)

* NF, NMF                                                    (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un cisaillement non
              uniforme.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1,NMF), J=1, NF)                             (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* ((CSVAR(I,J), I=1,NMF), J=1,NF)                            (d)
     CSVAR  : Valeurs du cisaillement relevées pour chaque facette
              dans l'ordre de sa numérotation.Si un élément a un
              nombre de noeuds inférieur à NMF, compléter par des 0.
```

Fin des données de l'option CNU.

Option CUR

Cisaillement uniformément réparti

EXPLICATION :

L'option de chargement **CUR** est réservée aux modèles bidimensionnels (maillage 2D) en mécanique.

DONNEES :

```
* CUR                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                          (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un cisaillement
              uniformément réparti.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                  (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* CS                                                               (d)
     CS     : Valeur du cisaillement uniformément réparti.
```

Fin des données de l'option CUR

Option DVU

Débit volumique uniforme par groupe d'éléments

EXPLICATION :

L'option de chargement **DVU** est réservée aux éléments de massif traitant des problèmes de diffusion.

Cette option de chargement ne fonctionnant qu'avec les éléments de massif, ne donner dans la liste des numéros de groupe KG que des numéros de groupe d'éléments appartenant à ce type, ou donner un débit volumique nul au groupe d'éléments I d'un type autre que massif (DV(I) = 0.).

DONNEES :

```
* DVU                                                          (mot-clé)


* NG, (KG(I), DV(I), I = 1, NG)                                    (d)
     NG     : Nombre de groupes d'éléments où l'on impose des débits
              volumiques.
     KG     : Numéros de ces groupes.
     DV     : Débit volumique imposé.
              DV(I) = valeur imposée dans le groupe d'éléments KG(I).
```

Fin des données de l'option DVU

Option ECH

Flux associé à une condition d'échange linéaire

EXPLICATION :

L'option de chargement **ECH** est réservée aux éléments d'échange utilisés dans les problèmes de diffusion.

DONNEES :

```
* ECH                                                    (mot-clé)


* NG, (KG(I), TETAE(I), I = 1, NG)                              (d)
     NG     : Nombre de groupes d'éléments d'échange à comportement
              linéaire contenus dans le maillage.
     KG     : Tableau contenant les numéros de ces groupes.
     TETAE  : Tableau contenant les valeurs de la température
              extérieure, en bordure de ces groupes.
```

Fin des données de l'option ECH

Option EFD

Chargement d'effet différé dans les éléments de massif

EXPLICATIONS

L'option de chargement **EFD** est réservée aux familles d'éléments de massif utilisées dans les problèmes de mécanique.

DONNEES :

* EFD (mot-clé)

* M1 (d)

M1 : Indicateur de données de l'état de contraintes initial ;
= 0 Si l'état initial est de type géostatique « simple » ; il est alors généré à partir de la donnée du poids volumique des différentes couches de sol et de leur cote.
= 1 Si l'état initial est lu à partir des résultats du dernier chargement (module **LINE**) ou du dernier incrément (modules **MCNL**, **TACT**, **TCNL**) d'un précédent calcul **CESAR**.

* Si M1 = 0, donnée de :

** NC (d)

NC : Nombre de couches de terrain intervenant dans la définition de l'état de contraintes initial.

** Pour chacune des NC couches décrites par ordre croissant de leur cote, donnée de :

*** HSUP, PV, CPL1, CPL2 (d)

HSUP : Cote dans le système d'axes utilisateur de la limite supérieure de la couche considérée. Pour la couche la plus élevée, on peut donner HSUP plus grand que la limite supérieure du modèle pour tenir compte d'un éventuel recouvrement.

PV : Poids volumique de la couche considérée.

CPL1 : Coefficient de poussée latérale selon 0X.

CPL2 : Coefficient de poussée latérale selon 0Z pour les calculs en déformation plane, ou selon OY pour les calculs tridimensionnels.
(valeur inopérante en symétrie de révolution : donner une valeur quelconque).

** NGA (d)

NGA : Nombre de groupes dans lesquels on annule les contraintes d'origine géostatique.

= 0 Sinon.

** Si NGA > 0 :

*** (KGA(I), = 1, NGA) (d)

KGA : Liste de ces groupes.

* Si M1 = 1, donnée de :

** NOMFI (d)

NOMFI : Nom du fichier de résultats de **CESAR** contenant l'état de contraintes initial.

* NOMFA (d)

NOMFA : Nom du fichier de résultats de **CESAR** contenant l'état de contraintes actuel.

* NG (d)

NG : Nombre de groupes avec effet différé.

* Pour chacun de ces NG groupes, donnée de :

** IG, YOUNGI, POISSI (d)

IG : Numéro du groupe considéré.

YOUNGI : Valeur instantanée du module d'Young de ce groupe (avant effet différé).

POISSI : Valeur instantanée du coefficient de Poisson.

Remarque :

Les valeurs des caractéristiques à long terme sont celles fournies dans les données des groupes d'éléments (mot-clé **ELEM**).

Fin des données de l'option EFD

Option EXC

Forces de déconfinement (procédure alternative à LAM)

EXPLICATIONS

L'option de chargement **EXC** modélise les forces de déconfinement dans un problème de mécanique.

DONNEES :

```
* EXC                                                          (mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)

     NF     : Nombre de facettes soumises à des forces de surface.

     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* (NFP(I,J), I = 1, NMF), J = 1, NF)                            (d)

     NFP    : Numérotation des facettes.

* NG, (KG(I), I = 1, NG)                                        (d)

     NG     : Nombre de groupes intervenant dans le calcul des forces
              de surface (toute facette doit faire partie d'au moins
              un groupe de la liste suivante).

     KG     : Liste, au signe près, des numéros de ces groupes :
              =   Numéro du groupe affecté du signe +, si celui-ci
                  fait  partie des matériaux restants.
              =   Numéro du groupe affecté du signe -, si celui-ci
                  fait partie de la zone excavée.
                  Nota : La donnée de ces signes permet d'orienter
                  les forces de déconfinement.

* NOMF                                                          (d)

     NOMF   : Nom du fichier CESAR servant au calcul des forces
              nodales (généré lors d'un calcul antérieur avec le
              module MCNL en utilisant l'option REA).
```

Notes importantes :
Contrairement à l'option LAM, l'option EXC fait la somme des contributions des différents groupes donnés dans la liste KG : si on donne les deux groupes figurant de part et d'autre d'une surface donnée (avec des signes différents), il faut affecter le chargement résultant d'un coefficient 0,5 (à cause de l'action et de la réaction).

Fin des données de l'option EXC

Option FNS

Flux non uniforme secondaire

EXPLICATION :

L'option de chargement **FNS** est réservée au calcul du flux secondaire dans les problèmes de couplage mécanique-diffusion.

DONNEES :

```
* FNS                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un flux non uniforme
              secondaire.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* ((FL(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                 (d)
     FL     : Valeurs du flux non uniforme secondaire, relevées pour
              chaque facette dans l'ordre de sa numérotation.
              Si un élément a un nombre de noeuds inférieur à NMF,
              compléter par des 0.
```

Fin des données de l'option FNS

Option FNU

Flux non uniforme

EXPLICATION :

L'option de chargement **FNU** est réservée aux problèmes de diffusion. Cette option peut également être utilisée pour calculer le flux primaire dans les problèmes de couplage mécanique-diffusion.

DONNEES :

```
* FNU                                                        (Mot-clé)

* NF, NMF                                                          (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un flux non uniforme.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                  (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* ((FL(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                   (d)
     FL     : Valeurs du flux non uniforme, relevées pour chaque
              facette dans l'ordre de sa numérotation.
              Si un élément a un nombre de noeuds inférieur à NMF,
              compléter par des 0.
```

Fin des données de l'option FNU

Option FOS

Forces de surface quelconques

EXPLICATION :

L'option de chargement **FOS** est réservée aux modèles en mécanique et à la partie mécanique des problèmes de couplage mécanique-diffusion. Avec la version actuelle du code de calcul, les forces de surface quelconques ne peuvent être appliquées que sur les éléments de massif (2D, 3D) ou sur les éléments de coque.

DONNEES :

```
* FOS                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à des forces de surface.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* (((FS(I,J,K), I=1, NDIM), J=1, NMF), K=1, NF)                  (d)
     FS     : Valeurs des forces de surface, relevées pour chaque
              facette dans l'ordre de sa numérotation, à raison de
              NDIM composantes par noeud.

              Si un élément comporte un nombre de noeuds inférieur à
              NMF, compléter par des 0.

     NDIM     = 2 : problème plan ou axisymétrique;
              = 3 : problème tridimensionnel.
```

Fin des données de l'option FOS

Option FUR

Flux uniformément réparti

EXPLICATION :

L'option de chargement **FUR** est réservée aux problèmes de diffusion. Cette option de chargement peut également être utilisée pour calculer le flux primaire dans les problèmes de couplage mécanique-diffusion.

DONNEES :

```
* FUR                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                          (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un flux uniformément
              réparti.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                  (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* FL                                                               (d)
     FL     : Valeur du flux uniformément réparti.
```

Fin des données de l'option FUR.

Option FUS

Flux uniformément réparti secondaire

EXPLICATION :

L'option de chargement **FUS** est réservée au calcul du flux secondaire dans les problèmes de couplage mécanique-diffusion.

DONNEES :

```
* FUS                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                          (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un flux uniformément
              réparti secondaire.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                  (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* FL                                                               (d)
     FL     : Valeur du flux uniformément réparti secondaire.
```

Fin des données de l'option FUS.

Option LAM

Forces de déconfinement pour éléments de massif

EXPLICATION :

L'option de chargement **LAM** est réservée aux modèles en mécanique.

DONNEES :

* LAM (Mot-clé)

* NF, NMF (d)

  NF : Nombre de facettes soumises à des forces de surface.

  NMF : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des NF facettes.

* (NFP(I,J), I = 1, NMF), J = 1, NF) (d)

  NFP : Numérotation des facettes.

* NG, (KG(I), I = 1, NG) (d)

  NG : Nombre de groupes intervenant dans le calcul des forces de surface (toute facette doit faire partie d'au moins un groupe de la liste suivante).

  KG : Liste, au signe près, des numéros de ces groupes :
  = Numéro du groupe affecté du signe +, si celui-ci fait partie des matériaux restants.
  = Numéro du groupe affecté du signe -, si celui-ci fait partie de la zone excavée.
  Nota : La donnée de ces signes permet d'orienter les forces de déconfinement.

* M1 (d)

  M1 : Indicateur de données des contraintes servant à générer les forces de déconfinement :
  = 0 Si on génère des contraintes de type géostatique "simple", à partir de la description de couches horizontales, caractérisées par leur poids volumique, leur cote supérieure et les coefficients de poussée horizontaux.
  = 1 Si elles sont lues à partir des résultats du dernier chargement (module **LINE**) ou du dernier incrément (modules **MCNL**, **TACT**, **TCNL**) d'un précédent calcul **CESAR**.

```
* Si M1 = 0, donnée de :

** NC                                                              (d)

     NC     : Nombre de couches de sol.

** A)

*** Pour chacune des NC couches, donnée de :

**** HSUP, PV, CPL1, CPL2                                          (d)

     HSUP   : Cote dans le système d'axes utilisateur de la limite
              supérieure de la couche.

              Ces couches doivent être décrites de bas en haut (de la
              cote la plus basse, vers la cote la plus haute). Pour la
              couche la plus élevée, on peut donner HSUP plus grand
              que la limite supérieure du modèle pour tenir compte
              d'un éventuel recouvrement.

     PV     : Poids volumique de la couche.

     CPL1   : Coefficient de poussée latérale selon OX.

     CPL2   : Coefficient de poussée latérale selon OZ pour les
              calculs en déformation plane ou selon OY      pour   les
              calculs tridimensionnels (ce paramètre intervient dans
              les calculs élastoplastiques ; toutefois il est
              inopérant en symétrie de révolution : donner dans ce cas
              une valeur quelconque).

**Retour en A) s'il reste à décrire des couches.

** NGA                                                             (d)

     NGA    : Nombre de groupes dans lesquels on annule les
              contraintes d'origine géostatique.
              = 0 Sinon.

** Si NGA > 0 :

*** (KGA(I), = 1, NGA)                                            (d)

     KGA    : Liste de ces groupes.
```

Remarque :

Lorsque M1 = 0, l'option **LAM** inclut l'opération d'initialisation des contraintes dans les groupes autres que ceux figurant dans KGA.

```
* Si M1 = 1, donnée de :

** NOMF                                                           (d)
```

NOMF : Nom du fichier de résultats de **CESAR** contenant l'état de contraintes servant à générer les forces de déconfinement.

* Si le calcul des forces de déconfinement fait intervenir un champ de pression dû à la présence d'un fluide, donnée de :

** FD (mot-clé)

FD : Mot-clé de 2 lettres signalant la présence d'un fluide.

** VERTIX, VERTIY, VERTIZ (d)

VERTIX, VERTIY, VERTIZ : Composantes dans les axes de coordonnées globales, du vecteur unitaire dirigé suivant la verticale ascendante du lieu géographique considéré.

** PW (d)

PW : Poids volumique du fluide interstitiel.

** MFD (d)

MFD : Indicateur de données du champ de charge hydraulique.
= 0 Si ce dernier est lu dans le jeu de données.
= 1 Si il est lu à partir des résultats du dernier chargement (module **LINE**) d'un précédent calcul **CESAR**.
= 2 Si la charge est uniforme.

** Si MFD = 0, donnée de :

*** (VH(I), = 1, NNT) (d)

VH : Tableau des valeurs nodales de la charge hydraulique.

NNT : Nombre de nœuds total du maillage.

** Si MFD = 1, donnée de :

*** NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier de résultats de **CESAR** contenant le champ de charge hydraulique.

** Si MFD = 2, donnée de :

*** H0 (d)

H0 : Valeur de la charge pour l'ensemble du maillage.

Fin des données de l'option LAM

Option ONU

Cisaillement orthoradial non uniforme

EXPLICATION :

L'option de chargement **ONU** est réservée aux modèles en mécanique utilisant les éléments de la famille 11.

DONNEES :

```
* ONU                                                        (Mot-clé)

* NF, NMF                                                    (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un cisaillement
              orthoradial non uniforme.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I, J), I = 1, NMF), J = 1, NF)                       (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* ((CS (I, J), I = 1, NMF), J = 1, NF)                       (d)
     CS     : Valeurs du cisaillement orthoradial non uniforme,
              relevées pour chaque facette dans l'ordre de sa
              numérotation.
              Si un élément a un nombre de noeuds inférieur à NMF,
              compléter par des 0.
```

Fin des données de l'option ONU

Option OUR

Cisaillement orthoradial uniformément réparti

EXPLICATION :

L'option de chargement **OUR** est réservée aux modèles en mécanique utilisant les éléments de la famille 11.

DONNEES :

```
* OUR                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à un cisaillement
              orthoradial uniformément réparti.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I, J), I = 1, NMF), J = 1, NF)                           (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.


* CS                                                             (d)
     CS     : Valeur du cisaillement orthoradial uniformément réparti.
```

Fin des données de l'option OUR

Option PHS

Pression hydrostatique

EXPLICATION :

L'option de chargement **PHS** est réservée aux modèles en mécanique.

DONNEES :

```
* PHS                                                          (mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à une pression
              hydrostatique.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I = NMF), J = 1, NF)                               (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* H, PVF, VX, VY, VZ                                            (d)
     H      : Cote de la surface libre du fluide.
     PVF    : Poids volumique du fluide.
     VX,VY,VZ : Composantes dans le repère global du maillage, du
              vecteur unitaire orienté suivant la verticale ascendante
              du lieu géographique considéré.
              (Pour un problème 2D, faire VZ = 0.).
```

Fin des données de l'option PHS

Option PNU

Pression non uniforme

EXPLICATION :

L'option de chargement PNU est réservée aux modèles en mécanique.

DONNEES :

```
* PNU                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à une pression non uniforme.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* ((PVAR(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                               (d)
     PVAR   : Valeurs de la pression non uniforme, relevées pour
              chaque facette dans l'ordre de sa numérotation.
              Si un élément à un nombre de noeuds inférieur à NMF,
              compléter par des 0.
```

Fin des données de l'option PNU

Option POI

Poids volumique

EXPLICATIONS :
L'option de chargement est **POI** réservée aux modèles en mécanique.
Il existe une option standard correspondant à la donnée du mot-clé **POI** seul et qui consiste à appliquer à tous les éléments du maillage des forces de volume correspondant aux poids volumiques PV (= ρ g) calculés à partir des masses volumiques RO (g) définies par groupe dans le module **ELEM**. Le vecteur accélération de la pesanteur g , de module égal à 1., dans ce cas est considéré comme parallèle mais de sens opposé à l'axe y pour un problème bidimensionnel, et parallèle mais de sens opposé à l'axe z pour un problème tridimensionnel.

Si cette option standard se révèle insuffisante pour définir un chargement dû à des forces volumiques, l'utilisateur a la possibilité de redéfinir globalement le vecteur accélération g, et aussi de restreindre la prise en compte du poids volumique à certains groupes d'éléments. Cette deuxième possibilité n'est pas fonctionnelle pour les calculs avec les modules MPLI, MPNL.

Attention : les données pour la version 4 de l'option POI ne sont pas compatibles avec celles des précédentes versions 3.x.

DONNEES :

```
* POI                                                        (mot-clé)


* Si l'option standard est retenue, fin des données de l'option POI.


* Si on redéfinit le vecteur accélération (notation g dans le Manuel
d'utilisation) et les groupes d'éléments pour lesquels le poids est
pris en compte :

** NDIRFV                                                          (d)

     NDIRFV : Nombre de directions pour lesquelles on redéfinit
              l'accélération pour un ensemble de groupes d'éléments
              donné.

** Pour chacune des NDIRFV directions :

*** NG, (NUMG(I), I=1,NG), (V(I), I=1,NDIM)                       (d)

     NG     : Nombre de groupes d'éléments concernés.

     NUMG   : Numéros de ces groupes.

     V      : Vecteur accélération.

     NDIM   : Dimension de l'espace;
              =  2 pour un problème 2D.
              =  3 pour un problème 3D.
```

Fin des données de l'option POI

Option PUR

Pression uniformément répartie

EXPLICATION :

L'option de chargement **PUR** est réservée aux modèles en mécanique.

DONNEES :

```
* PUR                                                          (Mot-clé)

* NF, NMF                                                        (d)
     NF     : Nombre de facettes soumises à une pression uniformément
              répartie.
     NMF    : Nombre maximum de noeuds par facette pour l'ensemble des
              NF facettes.

* ((NFP(I,J), I=1, NMF), J=1, NF)                                (d)
     NFP    : Numérotation des facettes.

* P                                                              (d)
     P      : Valeur de la pression uniformément répartie.
```

Fin des données de l'option PUR

Option SIG

Initialisation et chargement dû à un état de contraintes (mécanique)

EXPLICATIONS

L'option de chargement **SIG** est réservée aux éléments de volume 2D et 3D (familles 01 et 02) utilisés dans les modèles en mécanique. Cette option de chargement permet la combinaison des actions suivantes :

d) Initialisation de l'état de contraintes;

e) Prise en compte dans le chargement de l'effet des contraintes initiales.

DONNEES :

* SIG (Mot-clé)

* M1, ICAL (d)

M1 : Indicateur des données des contraintes initiales relatif à l'ensemble des éléments de volume ;
= 0 Si les contraintes initiales sont calculées par l'option IOPT ci-dessous.
= 1 Si elles sont lues à partir des résultats du dernier chargement (module **LINE**) ou du dernier incrément (modules **MCNL**, **TACT**, **TCNL**) d'un précédent calcul **CESAR**.

ICAL : Indicateur d'initialisation et/ou de mise en chargement des contraintes initiales.
= 0 Si on initialise les contraintes sans prendre en compte le chargement correspondant.
= 1 Si on initialise les contraintes et si on prend en compte le chargement correspondant (chargement effectif pour les éléments de volume uniquement).
= 2 Si on n'initialise pas les contraintes et si on prend en compte le chargement de contraintes (chargement effectif pour les éléments de volume uniquement). ATTENTION à la signification de cette option toujours en service dans le solveur **CESAR**, mais rendue indisponible avec l'interface graphique homme-machine **CLEO**.

* Si M1 = 0, donnée de :

** IOPT (d)

IOPT : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour la génération des contraintes initiales.
= 1 Si on génère des contraintes initiales constantes dans certains groupes d'éléments de volume.
= 2 Si on génère des contraintes initiales correspondant à un chargement thermique ou équivalent à partir d'un vecteur de température et d'un coefficient de dilatation donné par groupe d'éléments de volume concerné.
= 3 Si on génère des contraintes d'origine géostatique, correspondant à l'effet du poids de couches de terrain supposées horizontales.
= 4 Si on génère des contraintes de type "pression isotrope" dûes à la présence d'un fluide interstitiel.

** Si IOPT = 1 (contraintes initiales constantes) :

*** NG,(IGR(I),I=1,NG),(SIGMA(I),I=1,NCONT) (d)

NG : Nombre de groupes d'éléments de volume où l'on génère des contraintes initiales constantes.

IGR : Numéros de ces groupes.

SIGMA : Composantes du tenseur des contraintes pour ces groupes d'éléments :
SX, SY, SXY, SZZ pour modèle 2D plan (NCONT=4) ;
SR, SZ, SRZ, ST pour modèle axisymétrique (NCONT=4) ;
SX, SY, SZ, SXY, SYZ, SZX pour modèle 3D (NCONT=6).

** Si IOPT = 2 (chargement thermique ou équivalent) :

*** M2 (d)

M2 : Indicateur des données du vecteur température ou accroissement de température aux noeuds.
= 0 Si ce vecteur est lu dans le jeu de données.
= 1 S'il est lu sur fichier.

*** Si M2 = 0 , donnée de :

**** (VT(I), I=1, NNT) (d)

VT : Vecteur des températures ou des accroissements de température aux noeuds.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** Si M2 = 1 , donnée de :

**** NOMF2 (d)

NOMF2 : Nom du fichier contenant le vecteur température ou accroissement de température. Ce fichier est généralement créé par l'option **STK** d'un précédent calcul en diffusion.

**** (VT(I), I=1, NNT) (f)

VT : Vecteur des températures ou des accroissements de température aux noeuds.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** TZ (d)

TZ : Température initiale (donner TZ=0 si VT représente un accroissement de température).

*** (CDIL(I), I=1, NGRPE) (d)

CDIL : Vecteur contenant le coefficient de dilatation linéaire de chacun des groupes d'éléments.

NGRPE : Nombre total de groupes d'éléments du maillage (défini dans le module **ELEM**).

** Si IOPT = 3 (contraintes d'origine géostatique) :

*** NC (d)

NC : Nombre de couches de terrain intervenant dans la définition des contraintes initiales.

*** Pour chacune des NC couches, donnée de :

**** HSUP, PV, CPL1, CPL2 (d)

HSUP : Cote dans le système d'axes utilisateur de la limite supérieure de la couche.

Ces couches doivent être décrites de bas en haut (de la cote la plus basse vers la cote la plus haute) (pour la couche la plus élevée, on peut donner HSUP plus grand que la limite supérieure du modèle pour tenir compte d'un éventuel recouvrement).

PV : Poids volumique de la couche.

CPL1 : Coefficient de poussée latérale selon OX.

CPL2 : Coefficient de poussée latérale selon OZ pour les calculs en déformation plane ou selon OY pour les calculs tridimensionnels (valeur inopérante en symétrie de révolution : donner une valeur quelconque).

*** NG0 (d)

NG0 : Nombre de groupes d'éléments où l'on annule les contraintes initiales d'origine géostatique.

*** Si NG0 <> 0, donnée de :

**** (NUMG(I), I=1, NG0) (d)

NUMG : Numéros des groupes d'éléments où l'on annule les contraintes initiales d'origine géostatique.

** Si IOPT = 4 (contraintes de type « pression isotrope ») :

*** VERTIX, VERTIY, VERTIZ (d)

VERTIX, VERTIY, VERTIZ : Composantes du vecteur unitaire orienté suivant la verticale ascendante du lieu géographique considéré.

*** M3 (d)

M3 : Indicateur des données du vecteur des charges hydrauliques initiales :
= 0 Si celui-ci est fourni dans le jeu de données courant.
= 1 Si la charge hydraulique initiale est lue sur fichier.
= 2 Si la charge hydraulique initiale est uniforme.
= 3 Si la charge initiale est définie par un niveau phréatique général.

*** Si M3 = 0, donnée de :

**** (H1(I), I = 1, NNT) (d)

H1 : Vecteur des charges hydrauliques nodales initiales.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** Si M3 = 1, donnée de :

**** NOMF3 (d)

NOMF3 : Nom du fichier sur lequel est lue la charge hydraulique initiale.

Ce fichier est généralement créé par l'option **STK** d'un précédent calcul en diffusion.

**** (H1(I), I = 1, NNT) (f)

H1 : Vecteur des charges hydrauliques initiales.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** Si M3 = 2, donnée de :

**** H1 (d)

H1 : Valeur initiale de la charge hydraulique.

*** (PVF1(I), I = 1, NGRPE) (d)

PVF1 : Poids volumique de fluide à prendre en compte dans chaque groupe pour le calcul du champ de pression initial.

NGRPE : Nombre total de groupes d’éléments du maillage.

*** si M3=3, donnée de

**** si NDIM=3, donnée de

INAP : indicateur de la géométrie de la nappe

= 1 si la nappe varie dans la direction Ox

= 2 si la nappe varie dans la direction Oy

**** NNAP, (XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP)

NNAP : Nombre de points qui définissent le niveau phréatique général

(XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP): coordonnées de ces points

*** M4 (d)

M4 : Indicateur des données du vecteur des charges hydrauliques actuelles :
= 0 Si celui-ci est fourni dans le jeu de données courant.
= 1 Si la charge hydraulique actuelle est lue sur fichier.
= 2 Si la charge hydraulique actuelle est uniforme.
= 3 Si la charge initiale est définie par un niveau phréatique général.

*** Si M4 = 0, donnée de :

**** (H2(I), I = 1, NNT) (d)

H2 : Vecteur des charges hydrauliques actuelles.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** Si M4 = 1, donnée de :

**** NOMF4 (d)

NOMF4 : Nom du fichier sur lequel sont lues les charges hydrauliques actuelles.

Ce fichier est généralement créé par l'option **STK** d'un précédent calcul en diffusion.

**** (H2(I),I = 1, NNT) (f)

H2 : Vecteur des charges hydrauliques actuelles.

NNT : Nombre de noeuds total du maillage.

*** Si M4 = 2, donnée de :

**** H2 (d)

H2 : Valeur actuelle de la charge hydraulique.

*** (PVF2(I), I = 1, NGRPE) (d)

PVF2 : Poids volumique du fluide à prendre en compte dans chaque groupe pour le calcul du champ de pression actuel.

NGRPE : Nombre total de groupes d’éléments du maillage.

*** si M4=3, donnée de

**** si NDIM=3, donnée de

INAP : indicateur de la géométrie de la nappe

= 1 si la nappe varie dans la direction Ox

= 2 si la nappe varie dans la direction Oy

**** NNAP, (XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP)

NNAP : Nombre de points qui définissent le niveau phréatique général

(XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP): coordonnées de ces points

* Si M1 = 1, donnée de :

** NOMF1 (d)

NOMF1 : Nom du fichier de résultats de **CESAR** sur lequel sont lues les contraintes initiales.

Fin des données de l'option SIG

Option SOL

Sollicitations nodales (mécanique ou diffusion)

EXPLICATIONS

L'option de chargement **SOL** peut être utilisée pour tout type de problèmes (mécanique, diffusion, couplage). La sollicitation nodale (ou sollicitation concentrée) correspond à une force ponctuelle dans un problème de mécanique, à un débit ponctuel dans un problème de diffusion.

DONNÉES :

```
* SOL                                                    (Mot-clé)

* M1                                                         (d)

     M1     : Indicateur des données permettant l'initialisation du
              vecteur des sollicitations concentrées appliquées;
              = 0 Si ces données sont lues dans le jeu de données.
              = 1 Si le vecteur des sollicitations concentrées est lu
                  sur fichier.


* Si M1 = 0 :
```

Les sollicitations concentrées sont définies comme suit :

a) Définition d'un ensemble de NP numéros de noeuds pour lesquels on imposera une sollicitation suivant le paramètre numéro IL (voir figure 1 du module **COND**).

b) Donnée de IL (exemple : IL = 3 si l'on veut imposer des moments aux noeuds des éléments de poutre plans).

c) Donnée des valeurs des sollicitations concentrées suivant le paramètre IL aux NP noeuds précédemment définis.

d) Retour en a) si l'on veut effectuer d'autres générations.

```
** A)

*** IGEN                                                      (d)

     IGEN   : Indicateur permettant de définir le procédé pour la
              génération d'un ensemble de numéros de noeuds ;
              = 1 Si les numéros sont définis par la donnée de ID,
                  IF, IPAS.
                  ID   : Premier numéro à générer.
                  IF   : Dernier numéro à générer.
                  IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
              = 2 Si les numéros sont définis par la donnée de
                  NP,(NUM(I), I=1,NP).
```

NP : Nombre de numéros de noeuds à définir.
NUM : Liste de ces NP numéros.

*** Si IGEN = 1, donnée de :

**** ID, IF, IPAS (d)

*** Si IGEN = 2, donnée de :

**** NP, (NUM(I), I=1,NP) (d)

*** IL (d)

IL : Numéro du degré de liberté suivant lequel on veut imposer des sollicitations concentrées pour les noeuds précédemment définis.

*** (F(I), I = 1,NP) (d)

F(I) : Valeur de la sollicitation imposée suivant le degré de liberté IL pour le Iième noeud précédemment défini.

** Retour en A) si l'on veut générer d'autres sollicitations concentrées.

** Terminer la séquence par un 0 .

* Si M1 = 1, donnée de :

** NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier sur lequel sont lues les sollicitations concentrées.

** (F(I), I = 1,NDLT) (f)

F : Vecteur contenant les sollicitations imposées sur chaque degré de liberté.

NDLT : Nombre de degrés de liberté total.

Fin des données relatives à l'option SOL.

Option WTB

Modélisation de mouvements de la nappe

EXPLICATIONS

L'option de chargement **WTB** est destinée à être utilisée par les modules de calcul en mécanique. Elle définit un chargement permettant :
- d'initialiser les contraintes effectives dans un massif dans lequel règne un champ de charge hydraulique connu (par exemple déterminé par un calcul préliminaire avec DTLI ou NSAT) ;
- ou de calculer les déformations résultant d'une variation du niveau de la nappe, ou plus précisément de la différence entre un champ de charge hydraulique final et un état initial.

DONNÉES :

```
* WTB                                                          (Mot-clé)

* M3                                                             (d)
```

M3 : Indicateur indiquant l'origine du champ de charge hydraulique initial;
- = -1 si l'option est utilisée pour initialiser les contraintes effectives.
- = 0 Si la charge initiale est lue dans le jeu de données.
- = 1 Si la charge initiale est lue dans un fichier binaire (au format des fichiers de stockage de DTLI)
- = 2 Si la charge initiale est uniforme.
- = 3 Si la charge initiale est définie par un niveau phréatique général.

```
* si M3>=0
```

Définition du champ de charge hydraulique initial

```
* si M3=0, donnée de

** (VHI(I), I=1,NNT)                                             (d)
```

lecture dans le jeu de données de la valeur initiale de la charge aux noeuds du maillage (NNT : nombre de noeuds du maillage)

```
* si M3=1, donnée de

** NOMF3                                                         (d)
```

NOMF3 : Nom du fichier sur lequel sont lues les charges nodales initiales. Ce fichier est au format des fichiers de

stockage de DTLI. Il contient une table de réels double précision (VHI(I), I=1,NNT).

** (VHI(I), I=1,NNT) (f)

VHI : Vecteur des charges nodales initiales.
NNT : Nombre de noeuds du maillage.

* si M3=2, lecture dans le jeu de données de la valeur unique de la charge pour tous les nœuds du maillage

** XH : valeur uniforme de la charge initiale

* si M3=3, donnée de

** si NDIM=3, donnée de

INAP : indicateur de la géométrie de la nappe

= 1 si la nappe varie dans la direction Ox

= 2 si la nappe varie dans la direction Oy

** NNAP, (XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP)

NNAP : Nombre de points qui définissent le niveau phréatique général

(XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP): coordonnées de ces points

* M4 (d)

M4 : Indicateur indiquant l'origine du champ de charge hydraulique final;
= 0 Si la charge finale est lue dans le jeu de données.
= 1 Si la charge finale est lue dans un fichier binaire (au format des fichiers de stockage de DTLI)
= 2 Si la charge finale est uniforme.
= 3 Si la charge finale est définie par un niveau phréatique général.

Définition du champ de charge hydraulique final

* si M4=0, donnée de

** (VHF(I), I=1,NNT) (d)

lecture dans le jeu de données de la valeur finale de la charge aux noeuds du maillage (NNT : nombre de noeuds du maillage)

* si M4=1, donnée de

** NOMF4 (d)

NOMF4 : Nom du fichier sur lequel sont lues les charges nodales finales. Ce fichier est au format des fichiers de stockage de DTLI. Il contient une table de réels double précision (VHF(I), I=1,NNT).

** (VHF(I), I=1,NNT) (f)

VHF : Vecteur des charges nodales finales.
NNT : Nombre de noeuds du maillage.

* si M4=2, lecture dans le jeu de données de la valeur unique de la charge pour tous les nœuds du maillage

** XF : valeur uniforme de la charge finale

* si M4=3, donnée de

** si NDIM=3, donnée de

INAP : indicateur de la géométrie de la nappe

= 1 si la nappe varie dans la direction Ox

= 2 si la nappe varie dans la direction Oy

** NNAP, (XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP)

NNAP : Nombre de points qui définissent le niveau phréatique général

(XNAP(I),YNAP(I),I=1,NNAP): coordonnées de ces points

Définition des groupes chargés et des poids volumiques : donnée de

* NGRC, (KGRC(I), I=1,NGRC) (d)

NGRC : nombre de groupes chargés

KGRC(I) : liste des numéros de ces groupes

* (PVSEC(I), I=1,NGRC) (d)

valeurs des poids volumiques secs pour les groupes chargés (dans l’ordre où on les a donnés dans la liste précédente)

* (PVSAT(I), I=1,NGRC) (d)

valeurs des poids volumiques saturés pour les groupes chargés (dans l’ordre où on les a donnés dans la liste précédente)

* PVOLF (d)

poids volumique du fluide (identique pour tout le maillage)

Fin des données relatives à l'option WTB.

Fin des données du module CHAR.

4 - Données du calcul

Liste des modules de calcul

Les modules de calcul sont présentés dans cette partie en suivant l'ordre alphabétique du mot-clé les désignant. L'appel à un seul de ces modules est en général requis lors d'un calcul. La classification dans les tableaux ci-après est faite suivant le type de problème.

TABLEAU 4.I : MÉCANIQUE

Nom	Fonction
	Statique
AXIF	Calcul d'une structure élastique axisymétrique (géométrie de révolution) soumise à un chargement quelconque.
LINE	Résolution d'un problème linéaire.
MCNL	Résolution d'un problème de mécanique à comportement non linéaire.
MEXO	Évolution des contraintes dans le béton au jeune âge.
TACT	Résolution d'un problème de contact entre solides élastiques.
TCNL	Résolution d'un problème de contact entre solides élastoplastiques.
	Dynamique
DYNI	Recherche de la réponse à une sollicitation dynamique par intégration directe.
FLAM	Résolution d'un problème de flambement linéaire.
LINC	Recherche de la réponse à une sollicitation harmonique avec amortissement (résolution d'un problème linéaire en variables complexes).
LINH	Recherche de la réponse à une sollicitation harmonique sans amortissement.
MODE	Recherche de modes propres : valeurs et vecteurs propres.
SUMO	Recherche de la réponse à une sollicitation dynamique par superposition modale.

TABLEAU 4.II : MÉCANIQUE ou DIFFUSION

Nom	**Fonction**
LIGC	Résolution d'un problème linéaire par la méthode du gradient conjugué avec préconditionnement, associée à un stockage morse.
(LINE)	Résolution d'un problème linéaire.
SSTR	Calcul de la matrice de rigidité d'une sous-structure.

TABLEAU 4.III : DIFFUSION

Nom	**Fonction**
	Régime permanent
(LINE)	Résolution d'un problème linéaire.
SURF	Résolution d'un problème d'écoulement plan en milieux poreux avec surfaces libres.
	Régime permanent
DTLI	Résolution d'un problème de diffusion transitoire linéaire par intégration directe.
DTNL	Résolution d'un problème de diffusion transitoire non linéaire.
NAPP	Calcul de nappe aquifère multicouche.
NSAT	Résolution d'un problème d'écoulement en milieux poreux non saturés.
TEXO	Évolution de la température dans le béton au jeune âge.

TABLEAU 4.IV : Couplage MÉCANIQUE-DIFFUSION

Nom	**Fonction**
CSLI	Résolution d'un problème de consolidation de matériaux élastiques linéaires saturés.
MPLI	Résolution d'un problème d'évolution linéaire en milieux poreux avec couplage thermique (thermo-poro-élasticité).
MPNL	Résolution d'un problème d'évolution non linéaire en milieux poreux avec couplage thermique (thermo-poro-plasticité).

Module AXIF

Calcul d'une structure élastique axisymétrique (géométrie de révolution) soumise à un chargement quelconque.
(**AXI**symétrique **F**ourier)

1 - Lignes d'en-tête

```
* AXIF                                                          (mot-clé)

* M                                                                (d)

     M      : Indicateur d'impression ;
              = 0 Impression des résultats dans les différents plans
                  méridiens définis par l'utilisateur.
              = 1 Impression de M = 0, plus impression des résultats
                  de chaque harmonique.
```

2 - Paramètres généraux

```
* NORDRE                                                           (d)

     NORDRE : Ordre de la plus grande des harmoniques utilisées.

* NPLAN                                                            (d)

     NPLAN  : Nombre de plans méridiens pour lesquels on désire
              l'impression des résultats.


* Si NPLAN ≠ 0, lecture de :

** (ANGL(I), I = 1, NPLAN)                                        (d)

     ANGL(I): Angle en degrés décimaux du Ième plan méridien.


* IREP                                                             (d)

     IREP   : Indicateur de reprise ;
              = 0 Nouveau calcul.
              = 1 Le calcul a déjà été effectué, et l'on désire
                  calculer les déplacements et les contraintes pour
                  des plans méridiens supplémentaires.


* Si IREP = 0 :

** ISTK                                                            (d)

     ISTK   : Indicateur de stockage pour reprise ultérieure;
              = 0 Si l'on n'envisage pas de reprise ultérieure.
              = 1 Si l'on envisage une reprise ultérieure.
```

** Si ISTK = 1, lecture de :

*** NOMFS (d)

NOMFS : Nom du fichier de stockage pour une reprise ultérieure.

** Pour chaque module **CHAR** introduit, donner :

*** MICD (d)

MICD : Indicateur de lecture des données ;
= 0 Lecture des composantes de $g^i(\theta)$ sur la base fonctionnelle (cos nθ, sin nθ, n = 0,...., NORDRE).
= 1 Donnée de $g^i(\theta)$ sous forme discrétisée.

*** Si MICD = 0 :

**** A(0), (A(n), B(n), n=1,NORDRE) (d)

A(0) : Composante constante de $g^i(\theta)$.

A(n), B(n) : Composantes de $g^i(\theta)$ sur (cos nθ, sin nθ)

*** Si MICD = 1 :

**** NTETA (d)

NTETA : Nombre de points de discrétisation de $g^i(\theta)$.

Attention, NTETA doit être égal à l'une des valeurs suivantes :
2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256.
De plus, il faut impérativement que NTETA ≥ 2*NORDRE.

**** (G(n), n = 1, NTETA) (d)

G(n) = g_i((n-1) / NTETA * 360)

* Si IREP = 1, lecture de :

** NOMFR (d)

NOMFR : Nom du fichier de reprise.

Fin des données du module AXIF.

Module CSLI

Résolution d'un problème de consolidation élastique linéaire.
(C**onS**olidation L**Inéaire)**

1 - Lignes d'en-tête

```
* CSLI                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      : Indice d'impression.
              = 0 Impression de :
                  nombre de pas de temps.
              = 1 Impression de M = 0 plus :
                  fonctions portant sur le paramètre (si l'option LIM
                        est utilisée),
                  fonctions de chargement (si l'option CFT est
                        utilisée).
              = 2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
              = 4 Impression des contraintes, gradients et flux
                  (vitesses) à chaque pas de temps.
```

Remarques :
Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues. Exemple : Pour l'impression de la solution et des résultats complémentaires, donner : M = 6 (= 2 + 4).

L'action de l'indice d'impression M se combine avec celle du module **IMPR**. Si en particulier le mot-clé **IMPR** est omis du jeu de données, les options d'impressions correspondant à M = 2 ou M = 4 sont inopérantes.

```
* VX,VY,VZ                                                   (d)

     VX,VY,VZ : Composantes dans le repère ayant servi à définir le
                maillage, du vecteur unitaire dirigé suivant la
                verticale ascendante du lieu géographique (faire

                VX=VY=VZ=0, si l'on ne s'intéresse qu'aux variations de
                pression par rapport à l'état initial).
```

2 - Définition des pas de temps

```
* NPAS1                                                      (d)

     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                   le problème.
```

```
* T0 , (DT(I),I=1,NPAS)                                          (d)
```

T0 : Origine du temps.

DT(I) : Valeur du I ème pas de temps.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **CSLI** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

INC : Prise en compte du saut de déplacements et de pression lors d'une charge instantanée du milieu poreux.

INH : Initialisation des valeurs nodales de la charge hydraulique au temps T0 .

INU : Initialisation des déplacements nodaux au temps T0 .

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale variables avec le temps .

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module CSLI.

Module DTLI

Résolution d'un problème de diffusion transitoire linéaire par intégration directe.
(Diffusion **T**ransitoire **LI**néaire**)**

1 - Lignes d'en tête

```
* DTLI                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      :  Indice d'impression ;
               =  0 Impression de :
                    - nombre de pas de temps.
               =  1 Impression de M = 0 plus :
                    - fonctions portant sur le paramètre (si l'option
                      LIM est utilisée),
                    -  fonctions de chargement (si l'option CFT est
                      utilisée),
                    - inertie (thermique) de la structure.
               =  2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
               =  4 Impression des gradients à chaque pas de temps.
               =  8 Impression des flux à chaque pas de temps.
```

Remarques :

Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues. Exemple : pour impression de la solution et des flux donner M = 10 (= 2+8).

L'action de l'indice d'impression M se combine avec celle du module **IMPR**. Si en particulier le mot-clé **IMPR** est omis du jeu de données, les options d'impression correspondant à M = 2, 4 ou 8 sont inopérantes.

2 - Définition des pas de temps

```
* NPAS1                                                          (d)

     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                   le problème.


* T0, (DT(I), I = 1, NPAS)                                       (d)

     T0     : Origine du temps.

     DT(I)  : Valeur du Ième pas de temps.
```

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **DTLI** est structurée en options annoncées chacune par l'un des mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Données des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

INI : Initialisation du champ de paramètres au temps T0.

LIM : Définition de conditions limites sur l'inconnue principale variables avec le temps.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module DTLI

Module DTNL

Résolution d'un problème de diffusion transitoire non linéaire. (Diffusion **T**ransitoire **N**on **L**inéaire**)**

1 - Lignes d'en-tête

```
* DTNL                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      : Indice d'impression ;
              = 0 Impression de :
                   - nombre de pas de temps,
              = 1 Impression de M=0 plus :
                   - fonctions portant sur le paramètre (si l'option
                     LIM est utilisée).
                   - fonctions de chargement (si l'option CFT est
                     utilisée).
              = 2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
              = 4 Impression des gradients à chaque pas de temps.
              = 8 Impression des flux à chaque pas de temps.
```

Remarques :
Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues. Exemple : pour l'impression de la solution et des flux, donner : M = 10 (= 2 + 8) .
L'action de l'indice d'impression M se combine avec celle du module **IMPR**. Si en particulier le mot-clé **IMPR** est omis du jeu de données, les options d'impression correspondant à M = 2, 4 ou 8 sont inopérantes.

```
* METHOD                                                 (1 lettre)

     METHOD : Indicateur du type de méthode utilisée pour la
              résolution du problème ;
              = P pour méthode du point fixe.
              = N pour méthode de Newton.


* NITER , TOL                                                (d)

     NITER  : Nombre maximum d'itérations autorisées.

     TOL    : Précision souhaitée sur la valeur du paramètre .


* NENL                                                       (d)

     NENL   : Nombre de groupes d'éléments d'échange, non linéaires,
              uniquement.
```

2 -Définition des pas de temps

```
* NPAS1                                                          (d)
     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                   le problème.

* T0 , (DT(I),I=1,NPAS)                                          (d)
     T0     : Origine du temps .
     DT(I)  : Valeur du Ième pas de temps .
```

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **DTNL** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

ENL : Donnée des fonctions du temps relatives aux variations du paramètre extérieur le long des groupes d'éléments d'échange non linéaires.

INI : Initialisation des valeurs nodales du paramètre au temps T0.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale variables avec le temps.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module DTNL

Module DYNI

Recherche de la réponse à une sollicitation dynamique par intégration directe.
(DYNam**I**que**)**

1 - Lignes d'en-tête

```
* DYNI                                                    (mot-clé)

* MID, MIR                                                    (d)
     MID    : Indice d'impression relatif aux données
              = 0 Impression de :
                 - NPAS1 (voir ci-dessous).
                 - nombre de pas de temps (NPAS = NPAS1-1).
                 - valeur du temps initial (T0).
                 - valeur du pas de temps (DT).
                 - valeurs des coefficients de Rayleigh, si le
                   problème comporte de l'amortissement
                   (cf. option AMO).
                 - masse de la structure.
                 - valeur du coefficient de pénalisation utilisé dans
                   la prise en compte des conditions aux limites.
              = 1 Impression des données précédentes plus :
                 - fonctions de déplacement si l'option LIM est
                   utilisée.
                 - fonctions de chargement si l'option CFT est
                   utilisée.
     MIR    : Indice d'impression des résultats.
              = 0 Impression des déplacements, à chacun des pas de
                   temps.
              = 1 Impression des déplacements et des vitesses, à
                   chacun des pas de temps.
              = 2 Impression des déplacements, vitesses et
                   accélérations, à chacun des pas de temps.
```

Remarque :

L'action de l'indice d'impression MIR se combine avec celle du module **IMPR**. Si en particulier le mot- clé **IMPR** est omis du jeu de données, les options d'impression correspondant à MIR = 0, 1 ou 2 sont inopérantes.

2 - Définition des pas de temps

* NPAS1 (d)

NPAS1 = NPAS + 1

avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie le problème.

* T0, DT (d)

T0 : Valeur du temps initial.

DT : Valeur du pas de temps.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **DYNI** est structurée en options annoncées chacune par l'un des mots-clé de trois lettres suivants :

AMO : Prise en compte d'une matrice d'amortissement.

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

INI : Initialisation des déplacement et des vitesses au temps T0.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale (déplacements) variables avec le temps.

MUL : Utilisation de la méthode multifrontale pour la résolution du système linéaire.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module DYNI

Module FLAM

Résolution d'un problème de flambement linéaire. (FLAMbement)

1 - Ligne d'en tête

```
* FLAM                                                    (mot-clé)

* M                                                           (d)

     M      : Indice d'impression.
              = 0 Impression de la valeur propre ;
              = 1 Idem 0 + Impression des vecteurs propres (selon
                  IMPR) ;
              = 2 Idem 1 + Impression du suivi des valeurs propres
                  pendant les itérations de la méthode de JACOBI.
```

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* VD                                                          (d)

     VD     : Valeur du « shift » permettant de centrer la recherche
              sur les modes dont les valeurs proches sont les plus
              proches de VD. Pour la recherche du ou des premiers
              modes, faire VD = 0.


* NVALP                                                       (d)

     NVALP  : Nombre de modes propres désirés.

* NSE                                                         (d)

     NSE    : Dimension du sous-espace utilisé pour déterminer les
              NVALP modes propres.
              Si NSE = 0, NSE est pris par défaut égal à :
                   NSE = MIN (NVALP + 8 , 2 x NVALP).
              Pour la recherche du seul premier mode, faire :
                   NSE = NVALP =1.

* TOL                                                         (d)

     TOL    : Précision relative souhaitée pour les valeurs propres.
              Si TOL = 0. , TOL est pris par défaut égal à 10-5.

* NITER                                                       (d)

     NITER  : Nombre maximum autorisé d'itérations de sous-espace.
              Si NITER = 0, NITER est pris par défaut égal à 15.
```

* IVERIF (d)

IVERIF : Indicateur permettant de vérifier que le nombre de valeurs propres trouvées est égal au nombre de valeurs propres existant dans l'intervalle considéré ;
= 0 Si l'on ne veut pas faire cette vérification.
= 1 Si on veut la faire.

Si VD = 0. on recherche ainsi le nombre de valeurs propres inférieures ou égales à la valeur maximale des NVALP valeurs propres trouvées.

Si VD ≠ 0. le programme recherche le nombre de valeurs propres comprises dans l'intervalle [VD - A , VD + A] avec :
$A = Max_I\ (|VALP(I) - VD|)$
pour I = 1 à NVALP.

Fin des données du module FLAM

Module LIGC

Résolution d'un problème linéaire par la méthode du gradient conjugué.
(Linéaire Gradient Conjugué)

1 - Lignes d'en-tête

```
* LIGC                                                        (mot-clé)

* M                                                              (d)
```

M : Indice d'impression ;
= 0 Impression de la solution.
= 1 Impression de M = 0, de la progression de la convergence, et des réactions.
= 2 Impression de M=1, et affichage (écran, fichier de suivi) du numéro de l'itération et de la norme du résidu (valeur du rapport $\|r_n\|_p / \|r_0\|_p$)

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* EPS                                                            (d)
```

EPS : Tolérence de convergence (voir explications).

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **LIGC** est structurée en option annoncée par le mot-clé de 3 lettres suivant :

PCD : Préconditionnement du système linéaire.

Pour les données relatives à cette option, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module LIGC

Module LINC

Recherche de la réponse à une sollicitation harmonique avec amortissement (résolution d'un problème linéaire en variables complexes).
(LINéaire Complexe)

1 - Ligne d'en tête

```
* LINC                                                    (mot-clé)
```

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* OMEGA                                                   (d)
```

OMEGA : Pulsation de la sollicitation.

```
* A, B                                                    (d)
```

A, B : Coefficients permettant de calculer une matrice d'amortissement de type Rayleigh définie par : $C_R = A * K + B * M$

A : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de rigidité.

B : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de masse.

Fin des données du module LINC

Module LINE

Résolution d'un problème linéaire en élasticité ou diffusion.
(LINEaire)

1 - Lignes d'en-tête

```
* LINE                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      : Indice d'impression ;
              = 0 Impression de la solution.
              = 1 Impression de M = 0 et des réactions.
```

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* IRG, ISG                                                  (d)

     IRG    : Indicateur de reprise ;
              = 0 Nouveau calcul.
              = 1 Reprise sur fichiers (matrice de rigidité
                  triangulée et diagonale).

     ISG    : Indicateur de stockage ;
              = 0 Calcul sans stockages.
              = 1 Calcul avec stockages sur fichiers (matrice de
                  rigidité triangulée et diagonale) pour reprise
                  ultérieure.

* Si IRG = 1  ou  ISG = 1, lecture de :

** NOMFD                                                    (d)

     NOMFD  : Nom du fichier contenant la diagonale de la matrice
              triangulée.

** NOMFS                                                    (d)

     NOMFS  : Nom du fichier contenant la partie supérieure de la
              matrice triangulée.
```

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **LINE** est structurée en option annoncée par le mot-clé de 3 lettres suivant :

```
          MUL    : Utilisation de la méthode multifrontale pour la
                   résolution du système linéaire.
```

Pour les données relatives à cette option, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module LINE

Module LINH

Recherche de la réponse à une sollicitation harmonique sans amortissement.
(LINéaire Harmonique)

1 - Lignes d'en tête

```
* LINH                                                          (mot-clé)

* M                                                                 (d)

     M      : Indice d'impression.
              =  0 Impression de la solution.
              =  1  Impression M = 0 et des réactions.
```

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* OMEGA                                                             (d)

     OMEGA  : Pulsation de la sollicitation.
```

Fin des données du module LINH

Module MCNL

Résolution d'un problème mécanique à comportement non linéaire.
(Mécanique, Comportement Non Linéaire)

1 - Ligne d'en tête

* MCNL (mot-clé)

* M (d)

M : Indice d'impression ;
= 0 Impression de la solution.
= 1 Impression de M=0 plus description du processus itératif de convergence.
= 2 Affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.

2 - Donnée des paramètres généraux

* NINCR, NITER, TOL (d)

NINCR : Nombre d'incréments de chargement.

NITER : Nombre maximum d'itérations par incrément.

TOL : Tolérance relative sur la convergence. On choisira classiquement : $10^{-3} \leq TOL \leq 10^{-2}$.

* IMET (d)

IMET : Choix de la méthode de résolution ;
= 1 Méthode des contraintes initiales.
= 2 Méthode de rigidité tangente.
= 3 Méthode mixte avec calcul de la matrice de rigidité tangente pour les deux premières itérations de chaque incrément.
= 4 Idem IMET = 3 pour les trois premières itérations de chaque incrément.
= 11 Méthode des contraintes initiales couplée avec la méthode line search.
= 12 Méthode des contraintes initiales couplée avec la méthode sécante.
= 13 Méthode des contraintes initiales couplée avec la méthode D-F-P modifiée.
= 21 Méthode des contraintes initiales couplée avec une méthode d'incrémentation automatique du chargement.
= 22 Méthode des contraintes initiales couplée avec une méthode d'incrémentation automatique du chargement et la méthode line search.

= 23 Méthode des contraintes initiales couplée avec une méthode d'incrémentation automatique du chargement et la méthode sécante.

* Si NCHAR > 0 :

NCHAR : Nombre de cas de charges (= nombre de mots-clé **CHAR** utilisés dans le jeu de données).

** ((VFT(I,J), I = 1, NINCR), J=1, NCHAR) (d)

VFT : Vecteur définissant pour chaque cas de charge l'évolution du chargement au cours du calcul.

VFT(I,J) = coefficient multiplicateur du chargement J, appliqué entre le premier incrément de ce calcul et l'incrément I.

* Si NCLNZ > 0 :

NCLNZ : Indicateur d'existence de condition(s) aux limites non nulle(s) (>0 si l'option **DDL** ou **IMP** du module **COND** est présente dans le jeu de données).

** ((VCT(I,J), I = 1, NINCR), J=1, NCOND) (d)

VCT : Vecteur définissant pour chaque cas de condition aux limites l'évolution des déplacements imposés au cours du calcul.

VCT(I,J) = coefficient multiplicateur du champ de déplacements imposés J, appliqué entre le premier incrément de ce calcul et l'incrément I.

NCOND : Nombre de cas de conditions aux limites (= nombre de mots-clé **COND** utilises dans le jeu de données).

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **MCNL** est structurée en options annoncées par les mots-clé de trois lettres suivants :

ARC : Redéfinition des paramètres de la méthode d'arc constant.

INI : Initialisation d'un calcul par lecture sur un fichier de reprise.

CMA : Stockage des contraintes de la phase matrice du modèle de de Buhan et Sudret.

CR1 : Stockage des contraintes de la phase de renforcement 1 du modèle de de Buhan et Sudret.

CR2 : Stockage des contraintes de la phase de renforcement 2 du modèle de de Buhan et Sudret.

CRG : Stockage des contraintes globales des phases de renforcement du modèle de de Buhan et Sudret.

DPL : Stockage du tenseur des déformations plastiques sur le fichier de résultats.

DTO : Stockage du tenseur des déformations totales sur le fichier de résultats.

MUL : Utilisation de la méthode multifrontale pour la résolution du système linéaire.

NDP : Annulation des déplacements au moment de la lecture sur le fichier de reprise.

PRC : Modélisation de la précontrainte dans des éléments de barre.

STK : Stockage sur fichier des résultats du dernier incrément pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module MCNL

Module MEXO

Évolution des contraintes dans le béton au jeune âge.

1 - Ligne d'en tête

```
* MEXO                                                          (mot-clé)

* M                                                                 (d)

     M      :  Indice d'impression;
               =  0 Impression du nombre de pas de temps.
               =  1 Impression de M = 0 plus :
                    - fonctions portant sur le paramètre
                      (si l'option LIM est utilisée),
                    - fonctions de chargement
                      (si l'option CFT est utilisée).
               = 2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
               = 4 Impression des contraintes à chaque pas de temps.
```

Remarques :

Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues.

Pour M > 1, affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.

```
* NPAS1

     NPAS1  =  NPAS + 1
               avec NPAS : Nombre de pas de temps du calcul MEXO.
```

Remarques :

Le pas de calcul correspondant à l'instant initial (y compris en cas de reprise de calcul **MEXO**) doit obligatoirement être retenu.

NPAS est dépendant du nombre de pas de temps du calcul **TEXO** et des paramètres des options de chaînage $\mathbf{SRE}_{TEXO}$-$\mathbf{TXO}_{MEXO}$ ou $\mathbf{PTX}_{TEXO}$-$\mathbf{PTX}_{MEXO}$.

2 - Autres données

L'introduction des autres données du module **MEXO** est structurée en options annoncées par l'un des mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Définition des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

EFN : Calcul en section plane.

INI : Initialisation des champs de déplacements et de contraintes et reprise de calcul **MEXO**.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale variables avec le temps.

MUL : Utilisation de la méthode multifrontale pour la résolution du système linéaire.

PTX : Lecture des champs de température et de degré d’hydratation sur le fichier spécifique créé par l’option de même nom lors du calcul **TEXO**.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul **MEXO** ultérieure.

TXO : Lecture des champs de température et de degré d’hydratation sur le fichier de résultats créé par l’option **SRE** lors du calcul **TEXO**.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Remarque :

Les options **PTX** et **TXO** sont exclusives, mais il faut obligatoirement la présence de l'une des deux.

Fin des données du module MEXO

Module MODE

Recherche de modes propres (Valeurs et vecteurs propres).
(MODEs propres)

1 - Lignes d'en tête

```
* MODE                                                    (mot-clé)

* M                                                       (d)

     M      : Indice d'impression.
              = 0 Impression des valeurs propres.
              = 1 Idem 0 + Impression des vecteurs propres (selon
                  IMPR) ;
              = 2 Idem 1 + Impression de la masse totale + suivi des
                  valeurs propres pendant les itérations de la
                  méthode de JACOBI.
```

2 - Données des paramètres généraux

```
* INDIC                                                   (d)

     INDIC  : Indicateur permettant de déterminer le type de calcul à
              effectuer ;
              = 1 Recherche du nombre de valeurs propres inférieures
                  à une valeur donnée VD.
              = 2 Recherche de valeurs propres proches d'une valeur
                  donnée (VD) et des vecteurs propres correspondants.

* VD                                                      (d)

     VD     : Valeur prenant la signification suivante :

     Si INDIC = 1  le calcul donnera le nombre de valeurs propres
              inférieures à VD.

     Si INDIC = 2  les valeurs propres calculées seront les plus
              proches de VD. Pour la recherche des premiers modes,
              faire VD = 0.


* Si INDIC = 1, il n’y a pas d’autres données à fournir


* Si INDIC = 2, donnée de :

** NVALP                                                  (d)

     NVALP  : Nombre de modes propres désirés.
```

** NSE (d)

NSE : Dimension du sous-espace utilisé pour déterminer les NVALP modes propres.

Si NSE = 0, NSE est pris par défaut égal à :
NSE = MIN (NVALP + 8 , 2 x NVALP).

** TOL (d)

TOL : Précision relative souhaitée pour les valeurs propres.
Si TOL = 0. , TOL est pris par défaut égal à 10^{-5}.

** NITER (d)

NITER : Nombre maximum autorisé d'itérations de sous-espace.
Si NITER = 0, NITER est pris par défaut égal à 15.

** IVERIF (d)

IVERIF : Indicateur permettant de vérifier que le nombre de valeurs propres trouvées est égal au nombre de valeurs propres existant dans l'intervalle considéré ;
= 0 Si l'on ne veut pas faire cette vérification.
= 1 Si on veut la faire.

Si VD = 0. : on recherche ainsi le nombre de valeurs propres inférieures ou égales à la valeur maximale des NVALP valeurs propres trouvées.

Si VD ≠ 0. : le programme recherche le nombre de valeurs propres comprises dans l'intervalle [VD - A , VD + A] avec : $A = \mathrm{Max}_I (|VALP(I) - VD|)$ pour I = 1 à NVALP.

** ISV (d)

ISV : Indicateur de stockage relatif aux valeurs et vecteurs propres ;
= 0 Aucun stockage.
= 1 Stockage des valeurs et vecteurs propres sur fichier pour une utilisation éventuelle dans le module **SUMO**.

** Si ISV = 1, lecture de :

*** NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier de stockage des valeurs et vecteurs propres.

Fin des données du module MODE

Module MPLI

Résolution d'un problème d'évolution linéaire en milieu poreux avec couplage thermique.
(Milieu Poreux LInéaire)

1 - Lignes d'en-tête

```
* MPLI                                                        (mot-clé)

* M                                                              (d)

     M      :  Indice d'impression;
               =  0 Impression de:
                    1) Nombre et valeurs des pas de temps.
               =  1 Impression supplémentaire de:
                    2) Fonctions de chargement,
                    3) Fonctions des paramètres imposés.
```

2 - Définition des pas de temps

```
* NPAS1                                                          (d)

     NPAS1  =  NPAS + 1
               avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                    le problème.

* T0, (DT(I), I=1,NPAS)                                          (d)

     T0     :  Origine du temps.

     DT(I)  :  Valeur du Ième pas de temps.
```

Remarque :

Le module **MPLI** permet de prendre en compte des chargements discontinus dans le temps. Il en résulte, en général, une discontinuité de la solution dans le temps. Une telle discontinuité, au Ième pas de temps, est prise en compte par le module **MPLI** en faisant simplement DT(I)=0.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **MPLI** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Données des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans **CHAR**.

INP : Initialisation de la pression au temps T0.

INT : Initialisation de la température au temps T0.

INU : Initialisation des déplacements au temps T0.

LIM : Données des fonctions du temps relatives aux conditions aux limites (en déplacement, pression et température) définies dans **COND**.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STP : Stockage des pressions sur fichier en vue d'une initialisation (option **INP**) lors d'un calcul ultérieur.

STT : Stockage des températures sur fichier en vue d'une initialisation (option **INT**) lors d'un calcul ultérieur.

STU : Stockage des déplacements sur fichier en vue d'une initialisation (option INU) lors d'un calcul ultérieur.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module MPLI

Module MPNL

Résolution d'un problème d'évolution non linéaire en milieu poreux avec couplage thermique.
(Milieu Poreux Non Linéaire)

1 - Ligne d'en tête

```
* MPNL                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)
```

M : Indice d'impression;
- = 0 Impression de:
  1) Nombre et valeurs des pas de temps.
- = 1 Impression supplémentaire de:
  2) Fonctions de chargement,
  3) Fonctions des paramètres imposés.
- = 2 Affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.

2 - Définition des caractéristiques de l'algorithme et des pas de temps

```
* NITER, TOL                                                (d)
```

NITER : Nombre maximum d'itération par pas de temps.

TOL : Tolérance relative sur la convergence. On pourra choisir $10^{-4} < TOL < 10^{-2}$.

```
* IMET                                                      (d)
```

IMET : Choix de la méthode de résolution;
- = 0 Méthode des contraintes initiales : schéma semi-implicite;
- = 1 Méthode des contraintes initiales : schéma implicite.

```
* NPAS1                                                     (d)
```

NPAS1 = NPAS + 1
avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie le problème.

```
* T0, (DT(I), I=1,NPAS)                                     (d)
```

T0 : Origine du temps.

DT(I) : Valeur du Ième pas de temps.

Remarque :

Le module **MPNL** permet de prendre en compte des chargements discontinus dans le temps. Il en résulte, en général, une discontinuité de la solution dans le temps. Une telle discontinuité, au i ème pas de temps, est prise en compte par le module **MPNL** en faisant simplement DT(i)=0.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **MPNL** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants:

CFT : Données des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans **CHAR**.

DPL : Stockage du tenseur des déformations plastiques sur le fichier de résultats.

DTO : Stockage du tenseur des déformations totales sur le fichier de résultats.

INI : Initialisation complète, au temps T0, des valeurs nodales principales et secondaires à partir des résultats d'un calcul antérieur stockés avec l'option **STK**.

INP : Initialisation de la pression au temps T0.

INT : Initialisation de la température au temps T0.

INU : Initialisation des déplacements au temps T0.

LIM : Données des fonctions du temps relatives aux conditions aux limites (en déplacement, pression et température) définies dans **COND**.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats pour une reprise de calcul ultérieure avec l'option **INI**.

STP : Stockage des pressions sur fichier en vue d'une initialisation (option **INP**) lors d'un calcul ultérieur.

STT : Stockage des températures sur fichier en vue d'une initialisation (option **INT**) lors d'un calcul ultérieur.

STU : Stockage des déplacements sur fichier en vue d'une initialisation (option **INU**) lors d'un calcul ultérieur.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module MPNL

Module NAPP

Calcul de nappe aquifère en régime permanent ou transitoire.
(NAPPe aquifère)

1 - Lignes d'en-tête

```
* NAPP                                                        (mot-clé)

* M                                                             (d)

     M      : Indice d' impression ;
              = 0 Impression de :
                  - nombre de couches de l'aquifère,
                  - caractéristiques physiques des couches,
                  - nombre de pas de temps.
              = 1 Impression de M=0 , plus :
                  - cotes aux noeuds du maillage des NC couches,
                  - fonctions de variation des conditions aux limites
                       (si l'option LIM est utilisée),
                  -  fonctions de chargement (si l'option CFT est
                       utilisée) .
              = 2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
              = 4 aImpression des gradients à chaque pas de temps.
              = 8 Impression des vitesses à chaque pas de temps.
```

Remarque :
Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues. Exemple : pour impression de la solution et des vitesses, donner M = 10 (= 2 + 8) .

2 - Données des caractéristiques géométriques des couches

```
* NC                                                            (d)

     NC     : Nombre de couches de l'aquifère.

A) * Pour chacune des couches de l'aquifère, donnée de :

** MSUB                                                         (d)

     MSUB   : Indicateur de type de données ;
              = 0 Donnée en chaque noeud  de la limite inférieure de
                la couche .
              = 1 Si  la limite inférieure de la couche est un plan
                défini par sa normale et un point lui appartenant .
              = 2 Si cette limite est un plan donné par son équation
                de la forme : Z = (A * X) + (B * Y) + C .
              = 3 Si les cotes sont lues sur fichier.
```

```
** Si MSUB = 0, donnée de :

*** (Z(I),I=1,NNT)                                                    (d)
     Z      : Tableau des cotes inférieures de la couche considérée.
     NNT    : Nombre de noeuds du maillage .

** Si MSUB = 1 , donnée de :

*** XN,YN,ZN,X1,Y1,Z1                                                 (d)
     XN,YN,ZN  :    Composantes de la normale au plan .
     X1,Y1,Z1  :    Coordonnées d'un point du plan .

** Si MSUB = 2 , donnée de :

*** A,B,C                                                             (d)
     A,B,C  : Coefficients de l'équation :
              Z = (A * X) + (B * Y) + C .

** Si MSUB = 3, donnée de :

*** NOMF                                                              (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel on lit le tableau Z.

*** (Z(I), I = 1, NNT)                                                (f)
     Z      : Tableau des cotes inférieures de la couche considérée
              (en double-précision).
     NNT    : Nombre de noeuds du maillage .

** Retour en A) s'il reste une ou plusieurs couches à décrire.
```

3 - Données des caractéristiques physiques des couches

```
*  Pour chaque groupe d'éléments ,

** Pour chacune des couches de l'aquifère , donnée de :

***  AKX,AKY,AKXY,POR                                                 (d)
     AKX    )   Coefficients du tenseur des perméabilités
     AKY    )   horizontales de la couche considérée .
     AKXY   )
     POR    :   Porosité de la couche .
```

4 - Paramètres généraux

```
* NITER , TOL                                                    (d)
     NITER  : Nombre maximum d'itérations autorisées .
     TOL    : Précision souhaitée sur la valeur de la charge

* NPAS1                                                          (d)
     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                   le problème.

* T0, (DT(I),I=1,NPAS)                                          (d)
     T0     : Origine du temps .
     DT(I)  :Valeur du Ième pas de temps .
```

5 - Autres données

L'introduction des autres données du module **NAPP** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR**.

INI : Initialisation des valeurs nodales du paramètre (charge hydraulique) au temps T0.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale (charge) variables avec le temps.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module NAPP

Module NSAT

Résolution d'un problème d'écoulement en milieu poreux non saturé.
(Non SATuré)

1 - Lignes d'en-tête

```
* NSAT                                                    (mot clé)

* M                                                          (d)

     M      : indice d'impression ;
              =  0 Impression de :
                   - nombre de pas de temps.
              =  1 Impression de M = 0 plus :
                   - fonctions portant sur le paramètre
                     (si l'option LIM est utilisée) ;
                   - fonctions de chargement (si l'option CFT est
                     utilisée)
              =  2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
              =  4 Impression des gradients à chaque pas de temps.
              =  8 Impression des vitesses à chaque pas de temps.
```

Remarques :
Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues. Exemple : pour impression de la solution et des vitesses, donner M = 10 (= 2 + 8). Pour M > 1, affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.

```
* VX, VY, VZ                                                (d)

     VX, VY, VZ : Composantes dans le repère ayant servi à définir le
                  maillage, du vecteur unitaire orienté suivant la
                  verticale ascendante du lieu géographique considéré.

* MET1, MET2                                          (2*1 lettre)

     MET1, MET2 : Indicateurs du type de méthode utilisé pour la
                  résolution du problème ;
                  MET1 = P pour méthode du point fixe.
                       = N pour méthode de Newton.
                  MET2 = H pour résolution à l'aide de la charge
                           hydraulique.

* NITER, TOL                                                (d)

     NITER  : Nombre maximum d'itérations autorisées.

     TOL    : Précision souhaitée sur la valeur de la charge
              hydraulique.
```

2 - Définition des pas de temps

```
* NPAS1                                                          (d)

     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie
                   le problème.


* T0, (DT(I), I = 1, NPAS)                                       (d)

     T0     : Origine du temps.

     DT(I)  : Valeur du Ième pas de temps.
```

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **NSAT** est structurée en options annoncées par les mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements hydrauliques définis dans le module **CHAR.**

INI : Initialisation des valeurs nodales du paramètre (charge hydraulique) au temps T0.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale (charge hydraulique) variables avec le temps.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour reprise de calcul ultérieure.

SUI : Définition de surfaces de suintement.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module NSAT

Module SSTR

Calcul de la matrice de rigidité d'une sous-structure. (Sous - STRucture)

1 - Lignes d'en-tête

```
* SSTR                                                        (mot-clé)

* M                                                             (d)

     M      : Indicateur d'impression ;
              = 0 Aucune impression.
              = 1 Impression du second membre et de la matrice de
                  sous-structure, ligne par ligne.

* M1                                                            (d)

     M1     : Indicateur de stockage de la matrice de sous-structure;
              = 0 Pas de stockage.
              = 1 Stockage sur fichier de la moitié inférieure de la
                  matrice de sous- structure.

* Si M1 = 1, lecture de :

** NOMF1                                                        (d)

     NOMF1  : Nom du fichier de stockage de la matrice de sous-
              structure

* M2                                                            (d)

     M2     : Indicateur de stockage du second membre;
              = 0 Pas de stockage.
              = 1 Stockage sur fichier.

* Si M2 = 1, lecture de :

** NOMF2                                                        (d)

     NOMF2  : Nom du fichier de stockage du second membre.
```

2 - Lecture des paramètres généraux

```
* INDIC                                                         (d)

     INDIC  : Indicateur du type de calcul effectué ;
              = 0 Si la matrice de sous- structure est extraite de la
                  matrice de rigidité K.
              = 1 Si la matrice de sous- structure est extraite de la
                  matrice : A * K + B * M , où  M  est la matrice de
                  masse, et  (A,B) deux constantes.

* Si INDIC = 1, lecture de :
```

** A, B (d)

A : Coefficient multiplicateur de la matrice de rigidité.

B : Coefficient multiplicateur de la matrice de masse.

3 - Lecture des degrés de liberté de la sous-structure

* A)

** IGEN (d)

IGEN : Indicateur permettant de définir le procédé utilisé pour la génération d'un ensemble de numéros de noeuds ;
= 1 Si les numéros sont définis par la donnée de ID, IF, IPAS.
ID : Numéro du premier noeud à générer.
IF : Numéro du dernier noeud à générer.
IPAS : Pas de progression entre ID et IF.
= 2 Si les numéros sont définis par la donnée de NP, (NUM(I) = 1,NP).
NP : Nombre de numéros de noeuds à définir.
NUM : Liste de ces numéros.

** Si IGEN = 1, donnée de :

*** ID, IF, IPAS (d)

** Si IGEN = 2, donnée de :

*** NP, (NUM(I), I = 1, NP) (d)

** (IDL(I), I = 1, IDLE) (d)

IDL : Vecteur permettant de définir les degrés de liberté qui appartiennent à la sous-structure, pour l'ensemble des noeuds générés précédemment;
IDL(I) = 1 Si les degrés de liberté numéro I des noeuds précédemment générés font partie de la sous-structure.
IDL(I) = 0 S'ils n'en font pas partie.

IDLE : Nombre maximum de degrés de liberté par noeud pour le maillage considéré.

* Retour en A) si l'on désire générer d'autre degrés de liberté appartenant à la sous-structure.

* Terminer la séquence par un 0.

Fin des données du module SSTR

Module SUMO

Recherche de la réponse à une sollicitation dynamique par superposition modale. (SU**perposition** MO**dale)**

1 - Ligne d'en tête

```
* SUMO                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      : Indice d'impression.
              = 0 Impression de :
                  - spectre de réponse (s'il est donné).
                  - pourcentages d'amortissement critique(s'ils sont
                      donnés.
                  - intervalle de temps.
                  - modes propres retenus.
                  - résultats.
              = 1 Impression de M = 0 plus :
                  - fonctions du temps fournies en données.
                  - vitesses et déplacements initiaux.
              = 2 Impression de M = 1 plus :
                  - pourcentages de participation modale.

* NOMF                                                       (d)

     NOMF   : Nom du fichier sur lequel ont été stockés les modes
              propres calculés à l'aide du module MODE.
```

2 - Donnée des paramètres généraux

```
* (KMODE (I), I = 1, NVALP)                                 (d)

     KMODE  : Vecteur indiquant les modes propres retenus pour la
              superposition;
              Si KMODE(I) = 1, le mode I est retenu.
              Si KMODE(I) = 0, le mode I n'est pas retenu.

     NVALP  : Nombre de modes propres calculés à l'aide du module MODE
              (cette valeur est lue sur le fichier de résultats créé
              par le module d'exécution MODE).

* IPROB                                                     (d)

     IPROB  : Indicateur permettant de déterminer le type de calcul à
              effectuer;
              = 1 Calcul spectral suivant la racine carrée de la
                  somme des carrés (méthode SRSS).
              = 2 Calcul de la réponse complète.
```

= 3 Calcul spectral avec combinaison quadratique complète (méthode CQC).

* Si IPROB = 1 ou 3 :

** ISPEC (d)

ISPEC : Indicateur permettant de déterminer si le spectre de réponse à la sollicitation est donné ;
= 0 Calcul du spectre de réponse en déplacement à partir de la valeur de la sollicitation à chaque pas de temps.
= 1 Donnée du spectre de réponse en déplacement.
= 2 Donnée du spectre de réponse en accélération.

** Si ISPEC = 0, donnée de :

*** NPAS1 (d)

NPAS1 = NPAS + 1

avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie le problème.

*** T0, DT (d)

T0 : Valeur du temps initial.

DT : Valeur du pas de temps.

** Si ISPEC = 1 ou 2, donnée de :

*** (SPEC (I), I = 1, NMODE) (d)

SPEC(I): Valeur du spectre de réponse correspondant au Ième mode retenu.

NMODE : Nombre de modes propres retenus à l'aide du tableau KMODE. (= nombre de 1 dans ce tableau, NMODE ≤ NVALP)

* Si IPROB = 2 :

*** NPAS1 (d)

NPAS1 : Nombre de pas de temps + 1.

*** T0, DT (d)

T0 : Valeur du temps initial.

DT : Valeur du pas de temps.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **SUMO** est structurée en "Options" annoncées chacune par l'un des mots-clé de trois lettres suivants :

AMO : Définition des pourcentages d'amortissement critique associés à chaque mode.

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements définis dans le module **CHAR.**

INI : Initialisation des déplacements et des vitesses à des valeurs non nulles.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Remarques:

Les options **CFT**, **INI** sont inopérantes si IPROB = 1 ou 3 et ISPEC = 1 ou 2 .

L'option **SRE** est inopérante si IPROB = 1 ou 3 .

Si IPROB = 1 ou 3, les contraintes ne sont calculées que si leur impression est spécifiée par un module de gestion des données **IMPR**.

Fin des données du module SUMO

Module SURF

Résolution d'un problème d'écoulement en milieu poreux avec surface libre dans le cas stationnaire. (SURFace libre)

1 - Ligne d'en-tête

```
* SURF                                                    (mot-clé)
```

2 - Paramètres généraux

```
* POIDS                                                   (d)
```

POIDS : Poids volumique du fluide (POIDS = ρ g).

```
* VERTIX, VERTIY, VERTIZ                                  (d)
```

VERTIX, VERTIY, VERTIZ : Composantes dans le repère ayant servi à définir le maillage, du vecteur unitaire vertical ascendant. (Faire VERTIZ = 0.).

```
* NITER, TOL                                              (d)
```

NITER : Nombre maximum d'itérations autorisées.

TOL : Précision souhaitée sur la valeur de la charge hydraulique.

Remarques :

Le processus itératif s'interrompt lorsque :

$$\text{Max} \mid h_i^{(n)} - h_i^{(n-1)} \mid < \text{TOL}$$

avec i : numéro de noeud du maillage,
n : numéro d'itération ;

ou : n = NITER.

La convergence est supposée atteinte lorsqu'en tout noeud du maillage, la différence de charge hydraulique entre deux itérations successives est devenue inférieure à TOL.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **SURF** est structurée en options annoncées par l'un des mot-clés de trois lettres suivants :

STK : Stockage sur fichier du vecteur de charges nodales en vue d'un calcul ultérieur en mécanique.

SUI : Définition des surfaces de suintement.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module SURF

Module TACT

Résolution d'un problème de contact entre solides élastiques. (conTACT)

1 - Lignes d'en-tête

* TACT (mot-clé)

* M (d)

M : Indice d'impression ;
= 0 Impression de la solution à la fin du calcul.
= 1 Impression des étapes éventuelles de chargement et impression de la solution pour chaque incrément de chargement.
= 2 Impression de M = 1 plus description du processus itératif de convergence, et affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.
= 3 Impression de M = 2 pour chaque sous-incrément de chargement.

2 - Paramètres généraux

* NINCR, NITER, TOL (d)

NINCR : Nombre d'incréments de chargement.

NITER : Nombre maximum d'itérations par incrément.

TOL : Tolérance relative sur la convergence (on choisira classiquement TOL = 10^{-2} ou 10^{-3}).

* IAUTO, KNP, KND, KNF (d)

IAUTO : Choix de la méthode de résolution ;
= 0 Incrémentation manuelle du chargement.

KNP : Critère de non interpénétration ;
= 1 Si on vérifie ce critère.
= 0 Dans le cas contraire.

KND : Critère de décollement ;
= 1 Si on vérifie ce critère.
= 0 Dans le cas contraire.

KNF : Critère de frottement (loi de Coulomb) ;
= 1 Si on vérifie ce critère.
= 0 Dans le cas contraire.

3 - Définition des fonctions de chargement

* Si NCHAR > 0 :

NCHAR : Nombre de cas de charges (= nombre de mots-clé **CHAR** utilisés dans le jeu de données).

** ((VFT (I, J), I = 1, NINCR), J = 1, NCHAR) (d)

VFT : Vecteur définissant pour chaque cas de charge les coefficients multiplicateurs pour les différents incréments de chargement.

4 - Autres données

L'introduction des autres données du module **TACT** est structurée en options annoncées par les mots-clé de trois lettres suivants :

INI : Initialisation d'un calcul par lecture sur un fichier de reprise.

NDP : Annulation des déplacement au moment de la lecture sur le fichier de reprise.

STK : Stockage sur fichier des résultats du dernier incrément pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module TACT

Module TCNL

Résolution d'un problème de contact entre solides à comportement non linéaire. (conTaCt entre solides Non Linéaire)

1 - Lignes d'en-tête

```
* TCNL                                                        (mot-clé)

* M                                                              (d)
```

M : Indice d'impression ;
- = 0 Impression de la solution à la fin du calcul.
- = 1 Impression des étapes éventuelles de chargement et impression de la solution pour chaque incrément de chargement.
- = 2 Impression de M = 1 plus description du processus itératif de convergence, et affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.
- = 3 Impression de M = 2 pour chaque sous-incrément de chargement.

2 - Paramètre généraux

```
* NINCR, NITER, TOL                                              (d)
```

NINCR : Nombre d'incréments de chargement.

NITER : Nombre maximum d'itérations par incrément.

TOL : Tolérance relative sur la convergence
(on choisira classiquement TOL = 10^{-2}
ou TOL = 10^{-3}).

```
* IAUTO, KNP, KND, KNF                                           (d)
```

IAUTO : Choix de la méthode de résolution ;
- = 0 Incrémentation manuelle du chargement.

KNP : Critère de non interpénétration ;
- = 1 Si on vérifie ce critère.
- = 0 Dans le cas contraire.

KND : Critère de décollement ;
- = 1 Si on vérifie ce critère.
- = 0 Dans le cas contraire.

KNF : Critère de frottement (loi de Coulomb) ;
- = 1 Si on vérifie ce critère.
- = 0 Dans le cas contraire.

3 - Définition des fractions de chargement

```
* Si NCHAR > 0 :
```

NCHAR : Nombre de cas de charges (= nombre de mots-clé **CHAR** utilisés dans le jeu de données).

```
** ((VFT(I,J), I = 1, NINCR), J=1, NCHAR)                    (d)
```

VFT : Vecteur définissant pour chaque cas de charge l'évolution du chargement au cours du calcul.
VFT(I,J) = coefficient multiplicateur du chargement J, appliqué entre l'instant initial de ce calcul et l'incrément I.

Remarque :

La fraction de charge appliquée entre les incréments i-1 et i vaut : VFT(i, j) - VFT(i-1, j).

4 - Autres données

L'introduction des autres données du module **TCNL** est structurée en options annoncées par les mots-clé de trois lettres suivants :

DPL : Stockage du tenseur des déformations plastiques sur le fichier de résultats.

INI : Initialisation d'un calcul par lecture sur un fichier de reprise.

NDP : Annulation des déplacements au moment de la lecture sur le fichier de reprise.

STK : Stockage sur fichier des résultats du dernier incrément pour reprise de calcul ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du Module TCNL

Module TEXO

Calcul du champ de température se développant dans une pièce en béton en cours de prise. (Température EXO**thermique)**

1 - Ligne d'en tête

```
* TEXO                                                    (mot-clé)

* M                                                          (d)

     M      :  Indice d'impression;
               =  0 Impression du nombre de pas de temps.
               =  1 Impression de M = 0 plus :
                    - fonctions portant sur le paramètre
                      (si l'option LIM est utilisée),
                    - fonctions de chargement
                      (si l'option CFT est utilisée).
               =  2 Impression de la solution à chaque pas de temps.
               =  4 Impression des gradients à chaque pas de temps.
               =  8 Impression des flux thermiques à chaque pas de
                    temps.
```

Remarques :

Pour obtenir des combinaisons des possibilités définies ci-dessus, donner à M une valeur égale à la somme des options retenues.Exemple : pour l'impression de la solution et des vitesses, donner : M = 10 (= option 2 + option 8).

Ces impressions restent de plus sujettes à l'utilisation du module de gestion de données **IMPR**. En particulier si celui-ci n'est omis, les options 2, 4, 8 sont inopérantes.

Quelle que soit la valeur de M, affichage à l'écran (dans la fenêtre d'exécution du solveur CESAR) du résidu à chaque itération.

```
* NITER, TOL                                                (d)

     NITER  :  Nombre maximum d'itérations autorisé par pas de temps
               (valeur conseillée = 10).

     TOL    :  Précision souhaitée sur la solution. Les itérations
               prennent fin lorsque : θj^(i+1)
                                        Sup   |θj^(i+1) - θj^i| ≤  TOL
                                      j=1,NNT
                          où :   θj^k = valeur de la solution au noeud j
                                        à l'itération k.
```

2 - Définition des pas de temps

* NPAS1 (d)

NPAS1 = NPAS + 1
avec NPAS : Nombre de pas de temps sur lequel on étudie le problème.

* T0,(DT(I),= 1, NPAS) (d)

T0 : Origine du temps.

DT(I) : Valeur du Ième pas de temps.

3 - Autres données

L'introduction des autres données du module **TEXO** est structurée en « options » annoncées par l'un des mots-clé de 3 lettres suivants :

CFT : Donnée des fonctions du temps relatives aux chargements thermiques définis dans le module **CHAR**.

INA : Déclaration de groupes d'éléments inactifs.

INI : Initialisation du champ de température et reprise de calcul **TEXO**.

LIM : Définition de conditions aux limites sur l'inconnue principale variables avec le temps.

PTX : Stockage dans un fichier spécifique des résultats en vue d'un calcul **MEXO** ultérieur.
ATTENTION : l'option PTX doit être utilisée à la place de l'option SRE quand les numéros des nœuds des éléments de volume ne coïncident pas dans les deux maillages.

QAB : Donnée des résultats de l'essai QAB.

SRE : Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique, et/ou en vue d'un calcul **MEXO** ultérieur.
ATTENTION : cette option n'est valable pour un chaînage **TEXO**-**MEXO** que si les numéros des nœuds des éléments de volume coïncident dans les deux maillages.

STK : Stockage des résultats du dernier pas de temps pour une reprise de calcul **TEXO** ultérieure.

Pour les données relatives à ces options, se reporter à la partie 5.

Fin des données du module TEXO

5 - Données des options de calcul

Les options (des modules) de calcul sont présentés dans cette partie en suivant l'ordre alphabétique du mot clé les désignant. Les options relèvent de catégories distinctes :
- celles qui fournissent des données supplémentaires, par exemple pour spécifier un état initial au début du calcul (INI, INH, INP, etc.), l'évolution des conditions aux limites (LIM), ou d'autres paramètres physiques et/ou géométriques (AMO, SUI);
- celles qui modifient la définition du calcul à effectuer (par exemple : ACT, FSC);
- celles qui conditionnent l'utilisation d'un algorithme de résolution plutôt qu'un autre (MUL, PAR);
- celles qui conditionnent des sorties spécifiques sous des formats variés en vue de l'exploitation des résultats par CLEO (options DPL, DTO, CR1, CR2, CMA, etc.) ou avec d'autres outils (GAU, SFC) ou en vue de réutiliser une partie des résultats comme donnée de départ d'un autre modèle (STK, STP, REA, ...).

TABLEAU 5.I : Liste des options

Nom	Fonction	Modules de calcul correspondants
ACT	Activation progressive de groupes d'éléments (pour la modélisation des remblais).	MCNL.
AMO	Prise en compte d'un amortissement.	DYNI, SUMO.
ARC	Redéfinition des paramètres de la méthode d'arc constant.	MCNL.
CFT	Définition des fonctions du temps relatives aux chargements.	DYNI, SUMO, DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, TEXO, MEXO, CSLI, MPLI, MPNL.
CMA	Stockage des contraintes de la phase matrice du modèle de de Buhan et Sudret.	si IMOD=43 dans ELEM : MCNL
CR1	Stockage des contraintes de la phase de renforcement 1 du modèle de de Buhan et Sudret.	si IMOD=43 dans ELEM : MCNL
CR2	Stockage des contraintes de la phase de renforcement 2 du modèle de de Buhan et Sudret.	si IMOD=43 dans ELEM : MCNL
CRG	Stockage des contraintes globales des phases de renforcement du modèle de de Buhan et Sudret.	si IMOD=43 dans ELEM : MCNL
DPL	Stockage du tenseur des déformations plastiques sur le fichier de résultats.	MCNL, MPNL, TCNL
DTO	Stockage du tenseur des déformations totales sur le fichier de résultats.	MCNL, MPNL.
EFN	Calcul en section plane.	MEXO.
ENL	Donnée des fonctions du temps relatives aux variations du paramètre extérieur le long des éléments d'échange non linéaires.	DTNL.
FSC	Calcul de facteurs de sécurité sur les chargements (calcul automatique de charge limite).	MCNL.
FSR	Calcul de facteurs de sécurité sur les résistances (calcul de c-phi réduction).	MCNL.
GAU	Sortie de résultats complémentaires aux points d'intégration.	MCNL.
HPE	Calcul d'intégrales des contraintes et des déformations.	MCNL.
INA	Déclaration des groupes d'éléments inactifs.	TEXO.
INC	Prise en compte du saut de déplacements et de pression lors d'une charge instantanée du milieu poreux.	CSLI.
INH	Initialisation des valeurs nodales de la charge hydraulique au temps T0.	CSLI.
INI	Initialisation de champ(s) de paramètres à l'incrément n°1 ou au temps T0. (reprise : voir option STK du calcul antérieur)	MCNL, TACT, TCNL, DYNI, SUMO, DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, TEXO, MEXO, MPNL.
INP	Initialisation de la pression au temps T0. (reprise : voir option STP du calcul antérieur)	MPLI, MPNL.

INT	Initialisation de la température au temps T0. (reprise : voir option STT du calcul antérieur)	MPLI, MPNL.
INU	Initialisation des déplacements nodaux au temps T0. (reprise : voir option STU du calcul antérieur)	CSLI, MPLI, MPNL.
LIM	Définition de conditions aux limites variables avec le temps.	DYNI, DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, TEXO, MEXO, CSLI, MPLI, MPNL.
MUL	Utilisation de la méthode multifrontale pour la résolution du système linéaire.	LINE, MCNL, DYNI, MEXO
NDP	Annulation des déplacements au moment de la lecture sur le fichier de reprise.	MCNL, TACT, TCNL.
PAR	Utilisation d'un solveur externe parallèle.	DTNL, LINE, LIGC, MCNL.
PCD	Préconditionnement du système linéaire.	LIGC.
PRC	Modélisation de la précontraintes dans les éléments de barre	MCNL.
PTX	Écriture ou lecture des champs de température et de degré d'hydratation sur un fichier spécifique quand les numéros des nœuds des éléments de volume ne coïncident pas dans les maillages des calculs TEXO et MEXO.	TEXO, MEXO.
QAB	Donnée des résultats de l'essai Q A B.	TEXO.
REA	Calcul de réactions nodales.	MCNL.
SFC	Stockage d'un ddl en fonction du chargement.	MCNL.
SRE	Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.	DYNI, SUMO, DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, TEXO, MEXO, CSLI, MPLI, MPNL.
STK	Stockage des résultats pour reprise de calcul. (reprise : voir option INI du calcul ultérieur)	DYNI, MCNL, TACT, TCNL, DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, SURF, TEXO, MEXO, CSLI, MPNL.
STP	Stockage des pressions sur fichier. (reprise : voir option INP du calcul ultérieur)	MPLI, MPNL.
STT	Stockage des températures sur fichier. (reprise : voir option INT du calcul ultérieur)	MPLI, MPNL.
STU	Stockage des déplacements sur fichier. (reprise : voir option INU du calcul ultérieur)	MPLI, MPNL.
SUI	Définition des surfaces de suintement.	NSAT, SURF.
TXO	Lecture des champs de température et de degré d'hydratation sur le fichier de résultats du calcul TEXO.	MEXO.

Option ACT

Activation progressive des groupes d'éléments.

EXPLICATIONS

ACT est une option du module de calcul **MCNL**.

Elle permet d'activer la rigidité des groupes d'éléments à différents "incréments" d'un calcul, ce qui permet de simuler les étapes de construction d'un remblai par exemple. Lorsqu'un groupe d'éléments est activé à un incrément donné, on recommence l'assemblage en prenant en compte sa contribution à la rigidité globale.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* ACT                                                    (mot-clé)

* (KACTIV(I),I=1,NGRPE)                                        (d)

     NGRPE  : Nombre de groupes d'éléments du maillage.

     KACTIV(I) : Numéro de l'incrément à partir duquel le groupe I est
                 activé.
```

Fin des données de l'option ACT

Option AMO

Prise en compte d'un amortissement.

EXPLICATIONS

AMO est une option des modules de calcul **DYNI** et **SUMO**.

Pour le module **DYNI**, l'option **AMO** permet d'ajouter aux éléments spéciaux de type « amortisseur » (famille 10, éléments SpxA), une matrice d'amortissement, C_R, de type Rayleigh, définie par :

$$C_R = A * K + B * M$$

avec : K = Matrice de rigidité de la structure,
M = Matrice de masse de la structure.
A, B = Deux coefficients à définir.

Si cette option est omise, il ne sera tenu compte dans la résolution du problème d'aucun amortissement, même s'il a été défini dans le maillage des éléments spéciaux de type « amortisseurs ».

Pour le module **SUMO**, l'option **AMO** introduit des pourcentages d'amortissement critique associés à chacun des modes retenus.

DONNÉES POUR LE MODULE DYNI :

```
* AMO                                                    (mot-clé)

* A, B                                                        (d)
    A      : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de
             rigidité.
    B      : Coefficient de Rayleigh relatif à la matrice de masse.
```

DONNÉES POUR LE MODULE SUMO :

```
* AMO                                                    (mot-clé)

* (XI (I), I = 1, NMODE)                                     (d)
    XI     : Pourcentage d'amortissement critique associé au Ième
             mode retenu.
    NMODE  : Nombre de modes retenus (= nombre de 1 dans le tableau
             KMODE défini dans les données précédentes de SUMO).
```

Fin des données de l'option AMO

Option ARC

Redéfinition des paramètres de la méthode d'arc constant.

EXPLICATIONS

ARC est une option du module de calcul **MCNL**.

L'option **ARC** permet de redéfinir les valeurs des paramètres d'arc constant IBRID et COEF, qui valent par défaut 1 et 400.

Cette option n'a d'effets que si IMET ≥ 20.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* ARC                                                          (mot-clé)


* IBRID                                                          (d)
     IBRID  = 0 Si la longueur d'arc est constante.
            = 1 Si la longueur d'arc évolue.


* COEF                                                           (d)
     COEF   : Coefficient  d'initialisation  de  la  longueur  d'arc
              (cf. manuel théorique).
```

Fin des données de l'option ARC

Option CFT

Définition des fonctions du temps relatives aux chargements.

EXPLICATIONS

CFT est une option des modules de calcul **CSLI**, **DTLI**, **DTNL**, **DYNI**, **MEXO**, **MPLI**, **MPNL**, **NAPP**, **NSAT**, **SUMO** et **TEXO**.

Omettre l'option **CFT** si le jeu de données ne comporte pas de chargement, ou si celui-ci est constant dans le temps (voir remarque 1).

Sinon, pour chacun des NCHAR chargements i, introduits dans le module **CHAR**, on lit dans l'option **CFT** une fonction du temps $f_i(t)$ telle que le chargement global à l'instant t, soit défini par :

$$\text{Chargement (t)} = \sum_{1}^{\text{NCHAR}} \text{Chargement (i)} \times \text{fi(t)}$$

NCHAR est le nombre de mots-clé **CHAR** présent dans le jeu de données.

Remarques :
Par défaut, les fonctions $f_i(t)$ sont initialisées à la valeur 1.

Une fonctionnalité analogue existe également pour les modules **MCNL, TACT et TCNL**, mais elle n'est pas réalisée avec une option (mot-clé de 3 lettres).

DONNÉES POUR LES MODULES DYNI, SUMO :

```
* CFT                                                        (mot-clé)

* M2                                                            (d)
     M2     : Indicateur de lecture des fonctions du temps définissant
              le chargement.
              =  0 Si lecture dans le présent jeu de données.
              =  1 Si lecture sur fichier.

* Si M2 = 1, lecture de

** NOMF                                                         (d)
     NOMF   : Nom du fichier de lecture du tableau FT.

* ((FT(J,I), J=1, NPAS1), I=1, NCHAR)                  (d si M2 = 0 ;
                                                       f si M2 = 1 .)
     FT(J+1,I): Valeur de la Ième fonction de chargement au pas de
                temps n° J.
     NPAS1  : Nombre total de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).
     NCHAR  : Voir Explications ci dessus.
```

DONNÉES POUR LES MODULES CSLI, DTLI, DTNL, MEXO, MPLI, MPNL, NAPP, NSAT, TEXO :

* CFT (mot-clé)

* ((FT(J,I), J=1, NPAS1), I=1, NCHAR) (d)

FT(J+1,I): Valeur de la Ième fonction de chargement au pas de temps n° J.

NPAS1 : Nombre de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).

NCHAR : Voir Explications ci dessus.

Fin des données de l'option CFT

Exemple : NCHAR = 2 , NPAS = 3

Lecture de : $f_1\ t_0)$, $f_1(t_1)$, $f_1(t_2)$, $f_1(t_3)$
$f_2(t_0)$, $f_2(t_1)$, $f_2(t_2)$, $f_2(t_3)$

Option CMA

Stockage des contraintes de la phase matrice du modèle de de Buhan et Sudret.

EXPLICATIONS

CMA est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

L'option **CMA** ne peut être utilisée valablement qu'en présence du modèle de de Buhan et Sudret (IMOD=43) dans les données du module **ELEM**.

Cette option permet le stockage dans les fichiers de résultats (.resu et .rsv4) du tenseur des contraintes dans la phase matrice (contraintes au sens classique diminuées des contraintes dans la ou les phases de renforcement).

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* CMA                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option CMA.

Option CR1

Stockage des contraintes dans la phase de renforcement n°1 du modèle de de Buhan et Sudret.

EXPLICATIONS

CR1 est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

L'option **CR1** ne peut être utilisée valablement qu'en présence du modèle de de Buhan et Sudret (IMOD=43) dans les données du module **ELEM**.

Cette option permet le stockage dans les fichiers de résultats (.resu et .rsv4) du tenseur des contraintes dans la phase de renforcement n°1. Ces contraintes apparaissent à l'affichage comme des contraintes monoaxiales parallèles à la direction du renforcement n°1 (ceci constitue une vérification de la justesse des données, en particulier pour un calcul 3D).

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* CR1                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option CR1.

Option CR2

Stockage des contraintes dans la phase de renforcement n°2 du modèle de de Buhan et Sudret.

EXPLICATIONS

CR2 est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

L'option **CR2** ne peut être utilisée valablement qu'en présence du modèle de de Buhan et Sudret (IMOD=43) dans les données du module **ELEM**.

Cette option permet le stockage dans les fichiers de résultats (.resu et .rsv4) du tenseur des contraintes dans la phase de renforcement n°2. Ces contraintes apparaissent à l'affichage comme des contraintes monoaxiales parallèles à la direction du renforcement n°2.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* CR2                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option CR2.

Option CRG

Stockage des contraintes globales dans les phases de renforcement du modèle de de Buhan et Sudret.

EXPLICATIONS

CRG est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

L'option **CRG** ne peut être utilisée valablement qu'en présence du modèle de de Buhan et Sudret (IMOD=43) dans les données du module **ELEM**.

Cette option permet le stockage dans les fichiers de résultats (.resu et .rsv4) du tenseur des contraintes globales dans l'ensemble des phases de renforcement. S'il n'y a qu'une direction de renforcement, cette option équivaut à CR1.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* CRG                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option CRG.

Option DPL

Stockage du tenseur des déformations plastiques sur le fichier de résultats.

EXPLICATIONS

DPL est une option de post-traitement des modules de calcul **MCNL**, **MPNL** et **TCNL**.

Cette option permet le stockage dans le fichier de résultats du tenseur des déformations plastiques, à la suite du tenseur des contraintes (même structure et même taille)

DONNÉES POUR LES MODULES MCNL, MPNL ET TCNL :

```
* DPL                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option DPL

Option DTO

Stockage du tenseur des déformations totales sur le fichier de résultats.

EXPLICATIONS

DTO est une option de post-traitement des modules de calcul **MCNL** et **MPNL**.

Cette option permet le stockage dans le fichier de résultats du tenseur des déformations totales, à la suite du tenseur des contraintes (même structure et même taille). Cette option peut se cumuler avec l'option **DPL**, mais attention à la taille du fichier de résultats.

Remarque : Dans une zone restée dans le domaine élastique, l'option **DTO** stocke les déformations élastiques.

DONNÉES POUR LES MODULES MCNL ET MPNL :

```
    * DTO                                                          (mot-clé)
```

Fin des données de l'option DTO

Option EFN

Calcul en section plane.

EXPLICATIONS

EFN est une option du module de calcul **MEXO**.

L'option **EFN** permet de calculer l'état de déformation dans la direction normale au maillage de façon à ce que le torseur des efforts extérieurs imposé dans cette direction soit nul.

L'option **EFN** n'est utilisable qu'avec les maillages bidimensionnels.

DONNÉES POUR LE MODULE MEXO :

```
    * EFN                                                          (mot-clé)
```

Fin des données de l'option EFN

Option ENL

Donnée des fonctions du temps relatives aux variations du paramètre extérieur le long des éléments d'échange non linéaires.

EXPLICATIONS :

ENL est une option du module de calcul **DTNL**.

Omettre l'option **ENL** si le problème ne comporte pas de condition d'échange non linéaire (NENL = 0) .

Sinon, découper l'ensemble des contours soumis à des conditions d'échange non linéaires, en NENL portions sur lesquelles le paramètre extérieur varie de façon uniforme à chaque pas de temps. Comme indiqué au paragraphe DONNÉES, préciser alors pour chacune de ces parties de frontière :

- la liste des numéros de groupes la constituant ;
- la valeur du paramètre extérieur à chaque pas de temps.

DONNÉES POUR LE MODULE DTNL :

```
* ENL                                                        (mot-clé)

* A) Pour chacun des NENL groupes d'éléments d'échange non linéaires,
     donnée de :

** (IG, EXT(I), I = 1, NPAS1)                                      (d)
     IG     : Numéro du groupe d'éléments d'échange non linéaire
              considéré.
     EXT(I) : Valeur initiale et à chaque pas de temps du paramètre
              extérieur en bordure du groupe IG.
     NPAS1  : Nombre de pas de temps + 1 (=NPAS + 1).

*  Retour en A) s'il reste des groupes d'échange non linéaire à
   considérer.
```

Fin des données de l'option ENL

Option FSC

Calcul de facteur de sécurité sur un chargement (recherche automatique de charge limite).

EXPLICATIONS

FSC est une option du module de calcul **MCNL**.

L'option **FSC** permet de calculer le plus grand coefficient R que l'on peut appliquer à l'un des chargements définis dans le jeu de données courant tout en obtenant la convergence du calcul élastoplastique (pour le nombre d'itérations et la tolérance fournis dans les données du module MCNL).
Elle fournit une indication de la charge limite.

Note : l'utilisation de l'option FSC entraîne la redéfinition des incréments de calcul : le nombre d'incréments fournis dans les données du module, et les valeurs du vecteur VFT correspondant aux incréments autres que le premier sont ignorées.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* FSC                                                          (mot-clé)


* IFC, N, RMIN, RMAX, PREC                                        (d)
     IFC    : indicateur entier (par défaut prendre IFC=0)
              IFC = 0 si on fait le nombre maximum d'itérations
                (paramètre NITER des données de MCNL)
              IFC = 1 si on tente de détecter les non-convergences en
                cours d'analyse (peut permettre d'accélérer le calcul)
     IFC    : Numéro du chargement à optimiser (dans l'ordre des
              modules CHAR définis dans le jeu de données)
     RMIN-RMAX :   intervalle de recherche pour le coefficient R
     PREC   : précision souhaitée sur la valeur de R
```

Fin des données de l'option FSC

Option FSR

Calcul de facteur de sécurité sur les caractéristiques de résistance.
(c-phi réduction).

EXPLICATIONS

FSR est une option du module de calcul **MCNL**.

L'option **FSR** permet de calculer le plus grand coefficient R par lequel on peut diviser les caractéristiques de résistance (c et tan φ) des éléments du maillage tout en obtenant la convergence du calcul élastoplastique (pour le nombre d'itérations et la tolérance fournis dans les données du module MCNL).
Elle fournit une indication de la sécurité d'un ouvrage vis-à-vis d'un risque de rupture.

Notes :
1 - l'utilisation de l'option FSR entraîne la redéfinition des incréments de calcul : le nombre d'incréments fournis dans les données du module, et les valeurs du vecteur VFT correspondant aux incréments autres que le premier sont ignorées.
2 - l'optimisation porte sur la résistance de tous les groupes d'éléments du maillage correspondant aux modèles de von Mises sans écrouissage (IMOD=11), Drucker Prager sans écrouissage (IMOD=13) ou Mohr Coulomb (IMOD=10), à l'exclusion de tous les autres modèles de comportement.

Le processus consiste à attribuer aux éléments correspondant des caractéristiques réduites égales à c/R et tan φ/R. En pratique, on optimise la valeur du coefficient 1/R dans un intervalle défini par l'utilisateur.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* FSR                                                        (mot-clé)


* IFC, VMIN, VMAX, PREC                                          (d)
     IFC    : indicateur entier (par défaut prendre IFC=0)
              IFC = 0 si on fait le nombre maximum d'itérations
                (paramètre NITER des données de MCNL)
              IFC = 1 si on tente de détecter les non-convergences en
                cours d'analyse (peut permettre d'accélérer le calcul)
     VMIN-VMAX :   intervalle de recherche pour le coefficient 1/R
     PREC   : précision souhaitée sur la valeur de 1/R
```

Fin des données de l'option FSR

Option GAU

Impression des résultats complémentaires aux points d'intégration

EXPLICATIONS

GAU est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

Cette option permet l'impression dans un fichier texte des contraintes et des déformations plastiques aux points d'intégration de certains éléments du maillage (en vue d'un post-traitement spécifique ou de vérifications).

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* GAU                                                          (mot-clé)

* NBELM                                                          (d)

* si NBELM = 0, impression des résultats pour tous les éléments du
maillage

* si NBELM > 0, donnée de :

** (KNELM(I), I=1,NBELM)                                        (d)
     NBELM : nombre d elements pour lesquels on imprime les résultats
     (KNELM(I), I=1,NBELM) : liste des numéros de ces éléments



* FICGAU                                                        (d)
     FICGAU : nom du fichier formatté où l'on écrit les résultats
```

Fin des données de l'option GAU

Option HPE

Post-traitement pour calculs d'homogénéisation périodique

EXPLICATIONS

HPE est une option de post-traitement du module de calcul **MCNL**.

Cette option déclenche le calcul (à la fin de chaque incrément) de l'intégrale et de la moyenne sur le maillage des composantes du tenseur de contraintes, du tenseur de déformation totale et du tenseur de déformation plastique. Les résultats sont imprimés dans la liste de sortie (fichier .list).

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
    * HPE                                                          (mot-clé)
```

Fin des données de l'option HPE

Option INA

Déclaration des groupes d'éléments inactifs.

EXPLICATIONS

INA est une option du module de calcul **TEXO**.

Omettre l'option **INA** si tous les groupes d'éléments de massif sont actifs.

DONNÉES POUR LE MODULE TEXO :

```
* INA                                                          (mot-clé)

* NG, (KG(I), I = 1,NG)                                            (d)
     NG     : Nombre de groupes inactifs.
     KG     : Liste de ces groupes.
```

Fin des données de l'option INA

Option INC

Prise en compte du saut de déplacements et de pression lors d'une charge instantanée du milieu poreux.

EXPLICATIONS

INC est une option du module de calcul **CSLI**.

Lorsqu'un milieu poreux saturé par un fluide incompressible est soumis à un chargement instantané, il subit un saut de déplacement et de pression correspondant à un comportement non drainé, caractérisé par une déformation volumique nulle. L'option **INC** permet de rendre compte de ce comportement au départ d'un calcul.

Limitation : l'option **INC** n'est utilisable dans la version actuelle que dans le cas d'un fluide déclaré incompressible, et d'un maillage 2D ou 3D constitué d'éléments quadratiques.

DONNÉES POUR LE MODULE CSLI :

```
* INC                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option INC

Option INH

Initialisation des valeurs nodales de la charge hydraulique au temps T0.

EXPLICATIONS

INH est une option du module de calcul **CSLI**.

Omettre l'option **INH** si la charge hydraulique initiale est nulle en tout noeud du maillage à l'instant T0 .

DONNÉES POUR LE MODULE CSLI :

```
* INH                                                          (mot-clé)

* M2                                                             (d)

     M2     : Indicateur de lecture des valeurs initiales de la charge
              hydraulique ;
              = 0 Lecture dans le jeu de données.
              = 1 Initialisation à une même valeur en tout noeud.
              = 2 Initialisation par groupe.
              = 3 Lecture sur fichier ou reprise de l'option STK d'un
                  précédent calcul CSLI.


* Si M2 = 0 , lecture de :

** (H(I),I=1,NNT)                                               (d)

     H      : Tableau des charges nodales initiales .

     NNT    : Nombre total de noeuds du maillage.


* Si M2 = 1 , lecture de :

** H0                                                            (d)

     H0     : Valeur initiale de la charge en tout noeud du maillage.


* Si M2 = 2, lecture de :

** NG, (KG(I), H0(I), I = 1,NG)                                  (d)

     NG     : Nombre de groupes d'éléments de massif pour lesquels on
              initialise la valeur de la charge.

     KG     : Liste des numéros de ces groupes.

     H0     : Valeurs initiales associées.
```

```
* Si M2 = 3, lecture de :

** NOMFH                                                              (d)
     NOMFH  : Nom du fichier sur lequel est stocké le tableau H.

** (H(I), I = 1, NNT)                                                 (f)
    H      : Tableau des charges nodales initiales.
    NNT    : Nombre total de noeuds du maillage.
```

Fin des données de l'option INH

Option INI

Initialisation de champ(s) de paramètres en début de calcul (incrément n°1 ou temps T0).

EXPLICATIONS

INI est une option des modules de calcul **DTLI**, **DTNL**, **DYNI**, **MCNL**, **MEXO**, **MPNL**, **NAPP**, **NSAT**, **SUMO**, **TACT**, **TEXO** et **TCNL**.

Omettre l'option **INI** si le(s) champ(s) de paramètres est(sont) nul(s) à l'incrément n°1 ou au temps T0.

Pour les modules **MCNL**, **MEXO**, **TACT** et **TCNL**, l'option **INI** permet d'initialiser un calcul (reprise du champ de déplacements et du champ de contraintes) par lecture sur un fichier de reprise créé par l'option **STK** d'un précédent calcul avec le même module.

Pour les modules **DYNI** et **SUMO**, l'option **INI** permet d'initialiser les déplacements et les vitesses au temps T0.

Pour les modules **DTLI**, **DTNL**, **NAPP** et **NSAT**, l'option **INI** permet d'initialiser le champ d'inconnues principales (charge hydraulique, ou température) au temps T0.

Pour le module **TEXO**, l'option **INI** permet d'initialiser le champ de température et d'effectuer une reprise de calcul.

Pour le module **MPNL**, l'option **INI** permet d'effectuer une reprise de calcul complète en initialisant, par lecture sur fichier, les déplacements, pressions, températures, contraintes, flux, déformations anélastiques, porosités anélastiques calculés antérieurement avec le module **MPNL** et stockés avec l'option **STK**.

DONNÉES POUR LES MODULES MCNL, MEXO, MPNL, TACT, TCNL :

```
* INI                                                          (mot-clé)

* NOMF                                                            (d)
     NOMF   : Nom du fichier de reprise.
```

DONNÉES POUR LES MODULES DYNI, SUMO :

```
* INI                                                          (mot-clé)


* M2                                                              (d)
     M2     : Indicateur de lecture des déplacements initiaux et des
              vitesses initiales;
              =  0 Si lecture dans le présent jeu de données.
```

= 1 Si lecture sur fichier.

* Si M2 = 1, lecture de :

** NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier de lecture des tableaux VUI et VVI.

* (VUI(I), I= 1, NDLT) (d si M2 = 0 ; f si M2 = 1 .)

VUI : Vecteur des déplacements initiaux.

NDLT : Nombre total de degrés de liberté de la structure.

* (VVI(I), I = 1, NDLT) (d si M2 = 0 ; f si M2 = 1 .)

VVI : Vecteur des vitesses initiales.

DONNÉES POUR LES MODULES DTLI, DTNL, NAPP, NSAT :

* INI (mot-clé)

* IPERM (d)

IPERM : Indicateur du type d'initialisation du champ de paramètre ;
= 0 Initialisation à l'aide de l'un des procédés décrits ci-après.
= 1 Initialisation par un calcul en régime permanent.

* Pour le module **DTLI** et si IPERM = 1, fin des données relatives à l'option **INI**.

* Pour le module **DTLI** et si IPERM = 0, ou pour les modules **DTNL**, **NAPP** et **NSAT** (dans le cas IPERM=1, les données suivantes servent alors à initialiser le champ de paramètre pour la première itération) :

** M2 (d)

M2 : Indicateur de lecture du champ de paramètres initial ;
= 0 Lecture dans le jeu de données.
= 1 Initialisation à une même valeur en tout noeud.
= 2 Initialisation par groupe.
= 3 Lecture sur fichier ou reprise de l'option **STK** d'un précédent calcul en diffusion.

```
** Si M2 = 0, lecture de :

***(VU(I), I = 1, NDLT)                                          (d)
     VU     : Champ initial des paramètres nodaux.
     NDLT   : Nombre total de degrés de liberté du maillage.


** Si M2 = 1, lecture de :

*** VU0                                                          (d)
     VU0    : Valeur initiale du champ de paramètres.


** Si M2 = 2, lecture de :

*** NG, (KG(I), VU0(I), I = 1, NG)                               (d)
     NG     : Nombre de groupe d'éléments de massif pour lesquels on
              initialise la valeur du champ de paramètres.
     KG     : Liste des numéros de ces groupes.
     VUO    : Valeurs initiales associées.


** Si M2 = 3, lecture de :

*** NOMF                                                         (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel on lit le tableau VU défini
              ci-après.

*** (VU(I), I = 1, NDLT)                                         (f)
     VU     : Champ initial des paramètres nodaux.
     NDLT   : Nombre total de degrés de liberté du maillage.
```

DONNÉES POUR LE MODULE TEXO :

```
* INI                                                          (mot-clé)

* M2                                                             (d)
     M2     : Indicateur de lecture du champ de température initial;
              =  0 Lecture dans le jeu de données.
              =  1 Initialisation à une même valeur en tout noeud.
              =  2 Initialisation par groupe.
```

= 3 Lecture sur fichier ou reprise de l'option **STK** d'un précédent calcul effectué par le module **TEXO**, avec reprise des quantités de chaleur d'hydratation.
= 4 Lecture sur fichier ou reprise de l'option **STK** d'un précédent calcul effectué par les modules **DTLI** ou **TEXO**, sans reprise des quantités de chaleurs d'hydratation.

* Si M2 = 0, donnée de :

** (VU(I), I = 1, NNT) (d)

VU : Tableau des valeurs nodales initiales de la température.

NNT : Nombre total de nœuds du maillage.

* Si M2 = 1, donnée de :

** VU0 (d)

VU0 : Valeur initiale de la température.

* Si M2 = 2, donnée de :

** NG, (KG(I), TG(I), I = 1, NG) (d)

NG : Nombre de groupe d'éléments de massif pour lesquels on initialise la température.

KG : Liste des numéros de ces groupes.

TG : Liste des températures de ces groupes.

Remarque : Ces initialisations n'intéressent que les groupes d'éléments de massif. Ceux ne figurant pas dans KG ont leur température initialisée par défaut à la valeur 0.

* Si M2 = 3 ou M2 = 4, lecture de :

** NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier de reprise.

Fin des données de l'option INI

Option INP

Initialisation de la pression au temps T0.

EXPLICATIONS

INP est une option des modules de calcul **MPLI** et **MPNL**.

Omettre l'option **INP** si la pression est nulle à l'instant initial T0.

DONNÉES POUR LES MODULES MPLI, MPNL :

```
* INP                                                          (mot-clé)


* M4                                                             (d)
     M4     : Indicateur de lecture des pressions initiales;
              = 0 Lecture dans le présent jeu de données;
              = 1 Initialisation à une même valeur en tout noeud;
              = 2 Calcul de la pression en fonction de la cote;
              = 3 Lecture sur fichier ou reprise de l'option STP d'un
                  précédent calcul MPLI ou MPNL.


* Si M4 = 0, lecture de :


** (P(I), I=1,NNT)                                              (d)
     P      : Tableau des pressions initiales aux noeuds.
     NNT    : Nombre total de noeuds du maillage.


* Si M4 = 1, lecture de :


** P0                                                           (d)
     P0     : Valeur initiale de la pression en tout noeud du
              maillage.
```

```
* Si M4 =2, lecture de :

** Z0,P0,GP                                                          (d)
     Z0     : Côte verticale au dessus de laquelle la pression est
              nulle.
     P0     : Pression à la côte Z0.
     GP     : Gradient vertical de la pression.
```

La pression P en tout noeud du maillage est :

P(Z) = 0	si Z > Z0
P(Z) = P0	si Z = Z0
P(Z) = P0 + GP*(Z-Z0)	si Z < Z0

Z est la cote du noeud considéré. Pour le noeud i :

Z = VCORG(2,i) pour un modèle bidimensionnel,
= VCORG(3,i) pour un modèle tridimensionnel.

```
* Si M4 = 3, lecture de :

** NOMF                                                              (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel est lu le tableau des
              pressions initiales P.

** (P(I), I=1,NNT)                                                   (f)
     P      : Tableau des pressions initiales aux noeuds.
     NNT    : Nombre total de nœuds du maillage.
```

Fin des données de l'option INP.

Option INT

Initialisation de la température au temps T0.

EXPLICATIONS

INT est une option des modules de calcul **MPLI** et **MPNL**.

Omettre l'option **INT** si la température est nulle à l'instant initial T0.

DONNÉES POUR LES MODULES MPLI, MPNL :

```
* INT                                                    (mot-clé)

* M5                                                          (d)

     M5     : Indicateur de lecture des températures initiales;
              = 0 Lecture dans le présent jeu de données;
              = 1 Initialisation à une même valeur en tout noeud;
              = 3 Lecture sur fichier ou reprise de l'option STT d'un
                  précédent calcul MPLI ou MPNL.

* Si M5 = 0, lecture de :

** (T(I), I=1,NNT)                                           (d)

     T      : Tableau des températures initiales aux noeuds.

     NNT    : Nombre total de noeuds du maillage.

* Si M5 = 1, lecture de :

** T0                                                        (d)

     T0     : Valeur initiale de la température en tout noeud du
              maillage.

* Si M5 = 3, lecture de :

** NOMF                                                      (d)

     NOMF   : Nom du fichier sur lequel est lu le tableau des
              températures T.

** (T(I), I=1,NNT)                                           (f)

     T      : Tableau des températures initiales aux noeuds.
```

Fin des données de l'option INT.

Option INU

Initialisation des déplacements nodaux au temps T0.

EXPLICATIONS

INU est une option des modules de calcul **CSLI**, **MPLI** et **MPNL**.

Omettre l'option **INU** si les déplacements nodaux initiaux sont nuls en tout noeud du maillage à l'instant T0 .

Sinon, les déplacements initiaux sont donnés sous la forme :

Ux, Uy	si NDIM=2,
Ux, Uy, Uz	si NDIM=3.

DONNÉES POUR LES MODULES CSLI, MPLI, MPNL :

```
* INU                                                          (mot-clé)

* M3                                                              (d)

     M3     : Indicateur de lecture des valeurs initiales des
              déplacements ;
              = 0 Lecture dans le jeu de données .
              = 3 Lecture sur fichier, ou reprise de l'option STK
                  d'un précédent calcul CSLI, ou reprise de l'option
                  STU d'un précédent calcul MPLI ou MPNL.

* Si M3 = 0, lecture de :

** (U(I),I=1,NNT*NDIM)                                           (d)

     U      : Tableau des déplacements initiaux imposés.

     NNT*NDIM : Nombre de noeuds du maillage * dimension du problème
              (= nombre de degrés de liberté de type déplacement).

* Si M3 = 3, lecture de :

** NOMFV                                                         (d)

     NOMFV  : Nom du fichier sur lequel est stocké le tableau U.

** (U(I), I = 1, NNT*NDIM)                                       (f)

     U      : Tableau des déplacements initiaux imposés.
```

Fin des données de l'option INU

Option LIM

Définition de conditions limites sur l'inconnue principale variables avec le temps.

EXPLICATIONS

LIM est une option des modules de calcul **CSLI**, **DTLI**, **DTNL**, **DYNI**, **MPLI**, **MPNL**, **MEXO**, **NAPP**, **NSAT**, **TEXO**.
Omettre l'option **LIM** si la structure ne possède pas de noeuds à paramètre imposé, ou si les paramètres en ces noeuds sont constants dans le temps.

Sinon, lecture pour chacun des modules **COND** déclarés précédemment dans le jeu de données, d'un tableau d'indicateurs KCOND et d'une fonction du temps VCOND. Le tableau KCOND permet de spécifier pour chaque pas de temps, si la structure est soumise aux conditions aux limites déclarées dans le I ème module **COND** (KCOND(J+1) = 1) ou non, (KCOND(J+1) = 0). La fonction VCOND permet d'indiquer la valeur du paramètre imposée aux noeuds du I ème module **COND**. Ainsi, si un noeud a été imposé à la valeur UIMP dans le I ème module **COND**, sa valeur au pas de temps J sera prise égale à : UIMP * VCOND (J + 1), à la condition également que KCOND (J + 1) = 1.

Remarque : Pour les indices (J + 1) tels que KCOND (J + 1) = 0, les valeurs correspondantes de VCOND n'interviennent pas dans le calcul et celles-ci peuvent donc être données quelconques.

DONNÉES POUR LES MODULES DTLI, DTNL, NAPP, NSAT, TEXO, CSLI, MPLI, MPNL :

```
* LIM                                                          (mot-clé)

* Pour chaque module COND déclaré précédemment :

** (KCOND(J), J = 1, NPAS1), (VCOND(J), J = 1, NPAS1)              (d)
     KCOND  : Tableau d'indicateurs spécifiant si au pas de temps J
              les conditions aux limites déclarées dans le module COND
              considéré sont relaxées ou non :
              KCOND(J+1) =     0 si relaxée au pas de temps J.
                         =     1 sinon .
     VCOND  : Tableau des fonctions multiplicatives des conditions aux
              limites.
              VCOND(J+1) = Valeur multiplicative au pas de temps J des
                   conditions aux   limites déclarées dans le module
                   COND considéré.
     J = 1  : Pas de temps initial.
     NPAS1  : Nombre total de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).
```

DONNÉES POUR LE MODULE DYNI :

```
* LIM                                                          (mot-clé)


* M2                                                           (d)
     M2     : Indicateur de lecture des tableaux KCOND et VCOND;
              =  0 Si lecture dans le présent jeu de données.
              =  1 Si lecture sur fichier.


* Si M2 = 1, lecture de :

** NOMF                                                        (d)
     NOMF   : Nom du fichier de lecture des tableaux KCOND et VCOND.


* Pour chaque module COND déclaré précédemment, lecture de :

** (KCOND (J), J = 1,NPAS1), (VCOND (J), J = 1,NPAS1)   (d si M2 = 0 ;
                                                        f si M2 = 1 .)
     KCOND  : Tableau d'indicateurs spécifiant si au pas de temps J
              les conditions aux limites déclarées dans le module COND
              considéré, sont relaxées ou non;
              KCOND(J+1) = 0 Si relaxées au pas de temps J.
                         = 1 Si non relaxées.

     VCOND  : Tableau des fonctions de déplacement;
                  VCOND(J+1) : Valeur multiplicative au pas de temps
                  J des conditions aux limites déclarées dans le
                  module COND considéré.

     J=1    : Indice correspondant à l'origine du temps.

     NPAS1  : Nombre total de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).
```

DONNÉES POUR LE MODULE MEXO :

```
* LIM                                                          (mot-clé)

* ((VCT(IPAS1,ICOND), IPAS1=1,NPAS1), ICOND=1,NCOND)          (d)
     VCT    : Facteur multiplicateur des conditions aux limites.
              VCT(IPAS1,ICOND) est le facteur multiplicateur des
              conditions aux limites à la fin du pas de temps IPAS
              pour le module COND numéro ICOND.

     NPAS1  = Nombre total de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).

     NCOND  : Nombre de modules COND définis dans le jeu de données.
```

Fin des données de l'option LIM

Option MUL

Utilisation de la méthode multifrontale pour la résolution du système linéaire.

EXPLICATIONS

MUL est une option des modules de calcul **DYNI**, **LINE**, **MCNL, TEXO** et **MEXO**.

Lorsque la méthode multifrontale est utilisée, les calculs se font la plupart du temps tout en mémoire, au contraire du code utilisé avec la méthode classique dite « skyline », cette dernière écrivant quasiment toujours les facteurs sur disque. Il résulte de l'utilisation de l'option **MUL** une taille mémoire nécessaire nettement supérieure aux valeurs habituellement utilisées jusqu'ici. Si cette taille importante devait empêcher la modélisation tout en mémoire sur des machines pourvues d'un faible espace mémoire, il est conseillé d'activer l'option d'écriture de la matrice des facteurs sur fichiers. Il est également possible de jouer sur le choix de l'algorithme de minimisation du remplissage pour déterminer la séquence de permutation optimale et ainsi minimiser la taille mémoire. Toutefois, la dissection emboîtée généralisée donne un meilleur résultat dans la grande majorité des cas, quoique la méthode soit plus lente.

DONNÉES POUR LES MODULES DYNI, LINE, MCNL, TEXO et MEXO :

```
* MUL                                                          (mot-clé)

* IGND, IIO                                                        (d)
     IGND   : Indicateur donnant le type d'algorithme de
              renumérotation utilisé.
              =  0 Algorithme du degré minimum.
              =  1 Dissection emboîtée généralisée.
     IIO    : Indicateur relatif à l'écriture des facteurs sur fichier.
              =  0 Calcul tout en mémoire.
              =  1 Ecriture des facteurs sur fichier.
```

Fin des données de l'option MUL

Option NDP

Annulation des déplacements au moment de la lecture sur le fichier de reprise.

EXPLICATIONS

NDP est une option des modules de calcul **MCNL**, **TACT** et **TCNL**.

L’option **NDP** permet :

de récupérer un état de contraintes initial issu d'un calcul, sans récupérer les déplacements associés ;

d'obtenir lors d'un calcul par phases, l'incrément de déplacements dû à chaque phase.

L’option **NDP** n'a d'effets que si l'option **INI** figure dans le même jeu de données.

DONNÉES POUR LES MODULES MCNL, TACT, TCNL :

```
* NDP                                                          (mot-clé)
```

Fin des données de l'option NDP

Option PAR

Parallélisation de la résolution des systèmes linéaires.

EXPLICATIONS

PAR est une option des modules de calcul DTNL, LINE, LIGC, MCNL. Elle permet l'utilisation d'un solveur externe parallèle pour les opérations d'assemblage et de résolution des systèmes linéaires. Elle est incompatible avec l'option MUL.

DONNÉES POUR LES MODULES DTNL, LINE, LIGC, MCNL :

```
* PAR                                                    (mot-clé)
```

Fin des données de l'option PAR

Option PCD

Préconditionnement du système linéaire.

EXPLICATIONS

PCD est une option du module de calcul **LIGC**.

DONNÉES POUR LE MODULE LIGC :

```
* PCD                                                          (mot-clé)

* IPREC                                                          (d)
     IPREC  : Indicateur du préconditionnement utilisé ;
              = 1 Préconditionnement par la diagonale ;
              = 2 Préconditionnement par un algorithme de « Choleski
                incomplet » ;
              = 3 Préconditionnement par la méthode SSOR d'Evans.

* Si IPREC = 1 : Il n'y a pas de données supplémentaires à fournir

* Si IPREC = 2 :

** DFACT                                                         (d)
     DFACT  : Coefficient de reconditionnement de la diagonale.
              Donner une valeur comprise entre 10-3 et 10-2.

* Si IPREC = 3 :
     OMEGA  : Paramètre de sur-relaxation de la diagonale.
              Donner 0. ≤ OMEGA ≤ 2.
```

Fin des données de l'option PCD

Option PRC

Modélisation de la précontrainte dans les éléments de barre.

EXPLICATIONS

PCD est une option du module de calcul **MCNL**.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* PRC                                                          (mot-clé)


* NNC                                                            (d)
     NNC    : Nombre de noeuds concernés.

* (KPRECO(I),I=1,NNC)                                           (d)
              Liste des numéros de ces noeuds.

* (VPRECO(I),I=1,NNC)                                           (d)
              Valeur de la force de précontrainte pour les noeuds de
                   la liste.
```

Note : l'option PRC fonctionne pour les éléments de barre (pas pour les éléments de poutre) et avec IMET=1.

Fin des données de l'option PRC

Option PTX

Écriture ou lecture des champs de température et de degré d'hydratation sur un fichier spécifique quand les numéros des nœuds des éléments de volume ne coïncident pas dans les maillages des calculs TEXO et MEXO.

EXPLICATIONS

PTX est une option de chaînage des modules de calcul **TEXO** et **MEXO**.

L'option **PTX** est utilisée lorsque les numéros des nœuds des éléments de volume ne coïncident pas entre le maillage **TEXO** et le maillage **MEXO**. Par exemple, ceci est le cas lorsque le maillage **MEXO** contient des éléments de structure (poutres, barres, coques) non modélisés dans le maillage **TEXO**.

Le fonctionnement de cette option de chaînage est le suivant :
Pour le calcul **TEXO**, création d'un fichier à structure spécifique permettant le transfert vers le module **MEXO** des champs de température et de degré d'hydratation, en plus du fichier standard de résultats exploité par **CLEO**. Le fichier créé par l'option **PTX** s'appelle [étude]_[calcul].prtx. Il est constitué à partir du fichier de résultats standard ([étude]_[calcul].resu, et son contenu dépend de l'option **SRE**.
Pour le calcul **MEXO**, lecture des champs de température et de degré d'hydratation depuis le fichier .prtx créé par le module **TEXO**.

On peut omettre l'option **PTX** si le maillage **MEXO** est identique au maillage **TEXO** (au typage des éléments près), mais il faut alors obligatoirement utilisé l'option **SRE** lors du calcul **TEXO** et l'option **TXO** lors du calcul **MEXO**.

DONNÉES POUR LE MODULE TEXO :

```
* PTX                                                    (mot-clé)
```

DONNÉES POUR LE MODULE MEXO :

* PTX (mot-clé)

* M0 (d)

M0 : Indicateur de sélection des pas de temps stockés lors du calcul avec le module **TEXO**
= 0 si on utilise les résultats de tous les pas de temps du calcul **TEXO**. Dans ce cas, le nombre de pas de temps du calcul **MEXO** doit être égal à celui du calcul **TEXO**.
= 1 dans le cas contraire. Cette

* NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier spécifique créé par l'option **PTX** lors du calcul **TEXO** (suffixe .prtx).

* Si M0=1 :

** (KPAS(I),I=1,NPAS1) (d)

NPAS1 = NPAS + 1
avec NPAS : Nombre de pas de temps du calcul MEXO.

KPAS : numéros des pas de stockage des résultats du calcul **TEXO** intervenant dans le calcul **MEXO.**
ATTENTION : le pas à l'instant initial a le numéro 0 ; les pas suivants sont les rangs des résultats stockés lors du calcul TEXO (voir valeurs 1 du tableau KSRE de l'option SRE du calcul TEXO).

Fin des données de l'option PTX

Option QAB

Donnée des résultats de l'essai Q A B.

EXPLICATIONS

PTX est une option du module de calcul **TEXO**.

DONNÉES POUR LE MODULE TEXO :

```
* QAB                                                          (mot-clé)

* NOP, (TEMPS(I), TETA(I), TETAE(I), I=1,NOP)                  (d)

     NOP    : Nombre de triplets de valeurs temps/températures
              introduits en données.

     TEMPS  : Valeur du temps au moment de chaque mesure I.

     TETA   : Valeur de la température de l'échantillon au moment de
              chaque mesure. TETA(1) = température initiale de
              l'échantillon.

     TETAE  : Valeur de la température à l'extérieur du calorimètre au
              moment de chaque mesure.

* A, B, C, CM                                                  (d)

     A, B, C  : Coefficients caractéristiques des déperditions
              thermiques du calorimètre.

              Puissance perdue =  A / C * (TETA - TETAE)
                                + B / C * (TETA - TETAE)**2
              A/C a pour dimension l'inverse d'un temps.
              B/C a pour dimension l'inverse d'un temps * température.

     CM     : Capacité calorifique de l'échantillon.

* XK                                                           (d)

     XK     : Constante de la loi d'Arrhénius (En l'absence
              d'information sur cette valeur, faire : XK = 5500.)
```

Fin des données de l'option QAB

Option REA

Calcul de réactions nodales.

EXPLICATIONS

REA est une option du module MCNL.

Elle remplit deux fonctions :
- elle permet d'imprimer dans la liste de sortie les valeurs des réactions nodales associées à des degrés de liberté bloqués par les conditions aux limites définies par le module COND ;
- elle permet de stocker sur un fichier externe des données utilisées par l'option EXC du module CHAR pour modéliser des forces de déconfinement.

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* REA                                                    (mot-clé)

* M1                                                          (d)

* Si M1=1, donnée de :

** NOMF                                                       (d)

     NOMF : nom du fichier binaire de stockage des réactions calculées

* Si M1=2 :

** NOMF1                                                      (d)

     NOMF1  :  nom  du  fichier  binaire  où  sont  relues  les  réactions
               calculées à l'étape de calcul précédente

** NOMF2                                                      (d)

     NOMF2  :  nom  du  fichier  binaire  où  sont  stockées  les  réactions
               calculées à la fin du calcul

* Si M1=3, pas d'autre donnée à fournir (les réactions associées aux
ddl imposés sont écrites dans le fichier .list)
```

Fin des données de l'option REA

Option SFC

Sortie en Fonction du Chargement.

EXPLICATIONS

SFC est une option de post-traitement du module MCNL.

Elle vise à permettre un dépouillement simplifié des résultats d'un calcul, en fournissant la valeur d'un des ddl d'un des noeuds du maillage, en fonction du coefficient appliqué à l'un des chargements définis dans le module CHAR (pour obtenir par exemple une courbe charge-déplacement).

DONNÉES POUR LE MODULE MCNL :

```
* SFC                                                          (mot-clé)

* NUMNOD,NUMDDL,NUMCHA                                            (d)
     NUMNOD :  Numéro du noeud concerné
     NUMDDL : Numéro du ddl à relever
     NUMCHA : Numéro du chargement pilotant le calcul

* NOMF2                                                           (d)
     NOMF2  : Nom du fichier formatté contenant les résultats relevés.
```

Fin des données de l'option SFC

Option SRE

Stockage des résultats en vue de leur exploitation graphique.

EXPLICATIONS

SRE est une option des modules de calcul **CSLI**, **DTLI**, **DTNL**, **DYNI**, **MPLI**, **MPNL**, **MEXO**, **NAPP**, **NSAT**, **SUMO** et **TEXO**.
L'option **SRE** permet de spécifier :
- les pas de temps pour lesquels on souhaite stocker les résultats de calcul en vue de leur exploitation graphique par les options de post-traitement de **CLEO** ;
- le niveau de stockage désiré.

L'option **SRE** peut être également utilisée lors d'un calcul **TEXO** en vue du chaînage avec un calcul **MEXO**, si les numéros des nœuds des éléments de volume coïncident dans les maillages respectifs. Si ce n'est pas le cas, il faut utiliser l'option de chaînage **PTX**.
Selon la valeur de l'indicateur ISRC, sont stockées les valeurs nodales de l'inconnue principale et éventuellement les résultats complémentaires (voir le paragraphe Résultats dans les explications du début du chapitre), aux pas de temps spécifiés dans le tableau KSRE.
Si l'option **SRE** n'est pas utilisée : par souci d'économie de l'espace disque, il n'est prévu que le stockage du champ d'inconnues principales à chaque pas de temps.

DONNÉES POUR LES MODULES CSLI, DTLI, DTNL, DYNI, MPLI, MPNL, MEXO, NAPP, NSAT, SUMO, TEXO :

```
* SRE                                                          (mot-clé)

* (KSRE(I), I = 1, NPAS1)                                        (d)
     KSRE   : Tableau d'indicateurs spécifiant pour chaque pas de
              temps si l'on désire ou non stocker les résultats ;
              KSRE (I+1) = 0 Aucun stockage au pas de temps I.
                         = 1 Stockage au pas de temps I des résultats
                             désignés par l'indicateur ISRC.
     I = 1  : Pas de temps initial.
     NPAS1  : Nombre total de pas de temps + 1 (= NPAS + 1).

* ISRC                                                           (d)
     ISRC   : Indicateur du niveau de stockage souhaité ;
              =  0 Stockage de l'inconnue principale.
              =  1 Stockage de l'inconnue principale et des résultats
                   complémentaires.
              =  2 dans le cas du module DYNI uniquement, stockage
                   identique au cas 1 mais incluant les déformations
                   dans les résultats complémentaires.
```

Fin des données de l'option SRE

Option STK

Stockage des résultats pour reprise de calcul ultérieure.

EXPLICATIONS

STK est une option des modules de calcul **CSLI**, **DTLI**, **DTNL**, **DYNI**, **MCNL**, **MEXO**, **MPNL**, **NAPP**, **NSAT**, **SURF**, **TACT**, **TCNL** et **TEXO**.

Pour le module **CSLI**, l'option **STK** permet de stocker sur fichiers les résultats (déplacements et charge hydraulique) du dernier pas de temps du présent calcul, en vue d'une reprise de calcul **CSLI**. Il est prévu de stocker sur des fichiers indépendants les déplacements et la charge hydraulique. Lors d'une reprise de calcul **CSLI**, ceux-ci pourront être relus grâce aux options **INH** et **INU**.
Pour les modules **DTLI**, **DTNL** et **NSAT**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats de calcul du dernier pas de temps, soit en vue d'une reprise avec l'option **INI** du calcul en diffusion, soit en vue d'un calcul en mécanique prenant en compte un chargement d'origine thermique ou équivalent.
Pour le module **DYNI**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats de calcul du dernier pas de temps (champs de déplacement et de vitesse), en vue d'une reprise du calcul **DYNI**. Lors de la reprise, utiliser pour initialiser le champ de paramètres l'option **INI** avec M2 = 1 en indiquant le nom de fichier donné ci-dessous.
Pour les modules **MCNL**, **TACT** et **TCNL**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats (champ de déplacements et champ de contraintes) du dernier incrément pour une reprise de calcul ultérieure. Lors de la reprise. (avec le même module d'exécution), l'option **INI** doit alors être utilisée.
Pour le module **MEXO**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats de calcul (champ de déplacements et champ de contraintes) du dernier pas de temps en vue d'une reprise du calcul **MEXO**. Lors de la reprise du calcul **MEXO**, utiliser l'option INI pour initialiser les champs de paramètres.
Pour le module **MPNL**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats d'un calcul non linéaire (déplacements, pression, température, contraintes, flux, déformations anélastiques, porosité anélastiques etc..) en vue d'une reprise complète de calcul ultérieure. Lors de la reprise avec le module **MPNL**, l'initialisation est effectuée avec l'option **INI**.
Pour le module **NAPP**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats de calcul du dernier pas de temps en vue d'une reprise du calcul **NAPP**. Lors de la reprise du calcul **NAPP**, utiliser l'option **INI** pour initialiser le champ de paramètres.
Pour le module **SURF**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier le vecteur de charges nodales obtenu en fin de calcul **SURF**, en vue de modéliser l'effet mécanique du à la présence d'un fluide interstitiel. Lors du calcul en mécanique, cet effet est pris en compte sous forme d'un chargement de contraintes initiales en utilisant l'option **SIG** (IOPT = 4) du module **CHAR**.
Pour le module **TEXO**, l'option **STK** permet de stocker sur fichier les résultats de calcul du dernier pas de temps, en vue d'une reprise du calcul **TEXO**. Lors de la reprise du calcul **TEXO**, utiliser pour initialiser le champ de paramètres l'option INI avec M2 = 3 ou M2 = 4, et en indiquant le nom de fichier donné ci- dessous.

DONNÉES POUR LES MODULES CSLI, DTLI, DTNL, DYNI, MCNL, MEXO, MPNL, NAPP, NSAT, SURF, TACT, TCNL, TEXO :

* STK (mot-clé)

* NOMF (d)

NOMF : Nom du fichier de stockage des résultats en vue d'une reprise ultérieure.

DONNÉES POUR LE MODULE CSLI :

* STK (mot-clé)

* NOMFH (d)

NOMFH : Nom du fichier sur lequel sont stockées les valeurs nodales de la charge hydraulique obtenues au dernier pas de temps.

* NOMFU (d)

NOMFU : Nom du fichier sur lequel sont stockés les déplacements nodaux obtenus au dernier pas de temps.

Fin des données de l'option STK

Option STP

Stockage des pressions sur fichier.

EXPLICATIONS

STP est une option des modules de calcul **MPLI** et **MPNL**.

L'option **STP** permet de stocker sur fichier les pressions du dernier pas de temps (uniquement), en vue d'une initialisation pour un autre calcul avec les modules **MPLI** ou **MPNL** (reprise avec l'option **INP** du calcul ultérieur).

DONNÉES POUR LES MODULES MPLI, MPNL :

```
* STP                                                          (mot-clé)

* NOMF                                                            (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel sont stockés les pressions
              obtenus au dernier pas de temps.
```

Fin des données de l'option STP

Option STT

Stockage des températures sur fichier.

EXPLICATIONS

STT est une option des modules de calcul **MPLI** et **MPNL**.

L'option **STT** permet de stocker sur fichier les températures du dernier pas de temps (uniquement), en vue d'une initialisation pour un autre calcul avec les modules **MPLI** ou **MPNL** (reprise avec l'option **INT** du calcul ultérieur).

DONNÉES POUR LES MODULES MPLI, MPNL :

```
* STT                                                    (mot-clé)

* NOMF                                                        (d)

     NOMF   : Nom du fichier sur lequel sont stockés les températures
              obtenus au dernier pas de temps.
```

Fin des données de l'option STT

Option STU

Stockage des déplacements sur fichier.

EXPLICATIONS

STU est une option des modules de calcul **MPLI** et **MPNL**.

L'option **STU** permet de stocker sur fichier les déplacements du dernier pas de temps (uniquement), en vue d'une initialisation pour un autre calcul avec les modules **MPLI** ou **MPNL** (reprise avec l'option **INU** du calcul ultérieur).

DONNÉES POUR LES MODULES MPLI, MPNL :

```
* STU                                                          (mot-clé)

* NOMF                                                            (d)
     NOMF   : Nom du fichier sur lequel sont stockés les déplacements
              obtenus au dernier pas de temps.
```

Fin des données de l'option STU

Option SUI

Définition des surfaces de suintement

EXPLICATION

SUI est une option des modules de calcul **NSAT** et **SURF**.

Omettre l'option **SUI** si le problème ne comporte pas de surface de suintement.

DONNÉES POUR LES MODULES NSAT, SURF :

```
* SUI                                                        (mot-clé)

* NF, NNF                                                          (d)
     NF     : Nombre de facettes situées sur les surfaces de
              suintement.
     NNF    : Nombre maximum de noeuds d'une facette.

* (KNF(I), I =1, NNF*NF)                                           (d)
     KNF    : Tableau contenant la numérotation des facettes de
              suintement.
```

Fin des données de l'option SUI

Option TXO

Lecture des champs de température et de degré d'hydratation sur le fichier de résultats du calcul TEXO.

EXPLICATIONS

TXO est une option du module de calcul **MEXO**.
Utiliser l'option **TXO** si les maillages correspondant aux calculs **TEXO** et **MEXO** ont la même numérotation. Les champs de température et de degré d'hydratation sont lus par **MEXO** sur le fichier de résultats du calcul **TEXO**.

Remarque : Si le maillage **TEXO** comporte des éléments d'échange, ceux-ci peuvent être conservés pour le calcul **MEXO**, en leur affectant un coefficient d'échange nul.

DONNÉES POUR LE MODULE MEXO :

```
* TXO                                                          (mot-clé)

* M0                                                             (d)
     M0     : Indicateur de sélection des pas de temps stockés lors du
              calcul avec le module TEXO ;
              = 0. si on utilise les résultats de tous les pas de
                   temps du calcul TEXO. Dans ce cas, le nombre de pas
                   de temps du calcul MEXO doit être égal au nombre de
                   pas de temps du calcul TEXO.
              = 1. dans le cas contraire.

* NOMF                                                           (d)
     NOMF   : Nom du fichier de résultats créé par le module TEXO.


* Si M0=1 :

** (KPAS(I),I=1,NPAS1)                                          (d)
     NPAS1  = NPAS + 1
              avec NPAS : Nombre de pas de temps du calcul MEXO.
     KPAS   : numéros des pas de stockage des résultats du calcul TEXO
              intervenant dans le calcul MEXO.
              ATTENTION : le pas à l'instant initial a le numéro 0 ;
              les pas suivants sont les rangs des résultats stockés
              lors du calcul TEXO (voir valeurs 1 du tableau KSRE de
              l'option SRE du calcul TEXO).
```

Fin des données de l'option TXO

Edité par :

2-8 Quai de Bir-Hakeim
F-94410 SAINT MAURICE

Tél. : +33 1 49 76 12 59
cesar-lcpc@itech-soft.com
www.cesar-lcpc.com

© itech - 2013